

## Method of making a thin film magnetic slider

Patent Number: ☐ US5920978  
Publication date: 1999-07-13  
Inventor(s): MAEDA HIROSHI (JP); KOSHIKAWA TAKAO (JP); IMAMURA TAKAHIRO (JP)  
Applicant(s): FUJITSU LTD (JP)  
Requested Patent: ☐ DE19607379  
Application Number: US19960603257 19960220  
Priority Number(s): JP19950041574 19950301; JP19950236910 19950914  
IPC Classification: G11B5/42  
EC Classification: G11B5/54, G11B5/60D1, H02N1/00B2C  
Equivalents: CN1141474, KR235090

### Abstract

A method for manufacturing a thin film magnetic head slider having a media opposing surface which is adapted to be opposed to a recording medium, includes the steps of forming on a sacrificial layer, on a substrate, in such a manner that the sacrificial layer has a surface including steps for forming the media opposing surface having at least one rail, providing a slider material on the surface of the sacrificial layer, and removing the sacrificial layer and the substrate from the slider. A tracking mechanism or loading/unloading mechanism can be provided on the slider. An electrostatic actuator suitable for driving such a mechanism includes a stationary section having a plurality of teeth parallel to each other, a movable section having a plurality of teeth parallel to the teeth of the stationary section, a support spring for supporting the movable section so that the movable section can be moved with respect to the stationary section in the tooth width direction. A drive force generator moves the movable section to a position at which an electrostatic attraction force in the tooth width direction generated when a voltage is impressed between the teeth of the stationary section and those of the movable section, is balanced with the elastic force of the head suspension.

Data supplied from the esp@cenet database - 12



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 07 379 A 1

⑥ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 11 B 5/31  
G 11 B 5/54

②① Aktenzeichen: 196 07 379.0  
②② Anmeldetag: 28. 2. 96  
②③ Offenlegungstag: 5. 9. 96

DE 196 07 379 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

01.03.95 JP P 7-41574 14.09.95 JP P 7-236910

⑦① Anmelder:

Fujitsu Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:

W. Seeger und Kollegen, 81369 München

⑦② Erfinder:

Koshikawa, Takao, Kawasaki, Kanagawa, JP;  
Maeda, Hiroshi, Kawasaki, Kanagawa, JP; Imamura,  
Takahiro, Kawasaki, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Dünnfilm-Magnetkopfgleiter und elektrostatischer Stellantrieb für den Antrieb eines Kopfelementes desselben

⑤⑦ Ein Verfahren zum Herstellen eines Dünnfilm-Magnetkopfgleiters mit einer Mediumgegenfläche, welche dazu ausgelegt ist, einem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden, umfaßt die Schritte der Bildung einer Opferschicht auf einem Substrat in einer solchen Weise, daß die Opferschicht eine Oberfläche hat, einschließlich Schritten zum Bilden der Mediumgegenfläche mit wenigstens einer Schiene, ferner Schaffung eines Gleitermaterials auf der Oberfläche der Opferschicht, und Entfernen der Opferschicht und des Substrates vom Gleiter. Ein Spurmechanismus oder Lade-/Entlademechanismus kann am Gleiter vorgesehen sein. Ein elektrostatischer Stellantrieb, welcher für den Antrieb eines solchen Mechanismus geeignet ist, umfaßt einen stationären Abschnitt mit einer Vielzahl von zueinander parallelen Zähnen, ferner einen beweglichen Abschnitt mit einer Vielzahl von zu den Zähnen des stationären Abschnittes parallelen Zähnen, eine Haltefeder zum Halten des beweglichen Abschnittes derart, daß der bewegliche Abschnitt gegenüber dem stationären Abschnitt in der Zahnbreitenrichtung bewegt werden kann. Ein Antriebskraft-erzeuger bewegt den beweglichen Abschnitt in eine Position, bei der eine elektrostatische Anziehungskraft in der Zahnbreitenrichtung, die erzeugt wird, wenn eine Spannung zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes und denen des beweglichen Abschnittes aufgeprägt wird, durch die elastische Kraft der Kopfaufhängung ausgeglichen wird.

BEST AVAILABLE COPY

DE 196 07 379 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 98 602 036/422

47/25

## Hintergrund der Erfindung

## 1. Technisches Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen für eine Magnetplatteneinheit verwendeten Dünnfilm-Magnetkopfgleiter, ein Herstellungsverfahren für diesen und einen elektrostatischen Stellantrieb für den Antrieb eines Kopfelementes desselben.

## 2. Beschreibung des relevanten Standes der Technik

In den vergangenen Jahren wurde die Magnetplatteneinheit kompakter gemacht, ihre Leistung wurde erheblich verbessert und ihre Kosten wurden reduziert. Entsprechend der jüngsten Tendenz ist es erwünscht, einen Dünnfilm-Magnetkopf hoher Leistung und niedriger Kosten zu entwickeln. Um diese Forderung zu erfüllen, wird ein Horizontalmagnetkopf (Planarmagnetkopf) vorgeschlagen, bei welchem eine Dünnfilmmusterfläche parallel zu einer Luftlagerfläche angeordnet ist. Der Grund wird nachfolgend beschrieben. Im Falle eines Horizontalmagnetkopfes ist es einfach, Schwebeschienen mit spezifischen Gestaltungen zu bilden. Es ist deshalb möglich, einen Magnetkopf zu schaffen, welcher in der Lage ist, nahe über der Plattenoberfläche stabil zu fliegen, und außerdem ist es einfach, den mit Maschinen zu bearbeitenden Anteil beim Herstellungsprozeß zu reduzieren, so daß die Kosten abgesenkt werden können.

Beispiele der herkömmlichen Horizontalmagnetkopfgleiter sind in den folgenden Veröffentlichungen dargestellt.

IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. 25, p. 3190, 1989, "A New Thin Film Head Generation" by J.P. Lazzari und P. Deroux-Dauphin. Bei diesem herkömmlichen Beispiel ist auf der Oberfläche eines Siliziumsubstrates mittels eines Ätzvorganges eine Ausnehmung gebildet, und in der Ausnehmung ist ein Magnetkopfelement gebildet. In diesem Fall wird die Siliziumsubstratoberfläche als einem Aufnahmemedium gegenüberliegende Luftlagerfläche verwendet. Der Anschluß des Magnetkopfes ist deshalb auf die Rückseite des Gleiters geführt. Dementsprechend ist eine das Siliziumsubstrat durchdringende Durchgangsöffnung so ausgebildet, daß sie sich von dem Anschluß aus erstreckt. In diesem Beispiel ist der Gleiterkörper durch Maschinenbearbeitung hergestellt.

IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. 25, p. 3686, 1989, "A New Approach to Making Thin Film Head-Slider Devices" by Daniel W. Chapman. Bei diesem herkömmlichen Beispiel ist ein Dünnfilm-Magnetkopfelement auf dem Substrat an der Luftlagerflächen-seite ausgebildet und ein Isolierfilm ist flach ausgeführt; sodann wird ein Glassubstrat, durch welches eine Durchgangsöffnung hindurchgeführt ist, einer Klebung unterworfen. Auf diese Weise wird der Gleiterkörper hergestellt. Danach wird das Substrat für den Abtrag geätzt und der Gleiterkörper wird durch maschinelle Bearbeitung ausgeschnitten.

Bei den oben beschriebenen herkömmlichen Beispielen ist es notwendig, Herstellungsprozesse vorzusehen, bei denen der Gleiterkörper maschinell bearbeitet wird, ferner an den Gleiter individuell eine Kopfaufhängung anzubauen, eine das Substrat durchdringende Durch-

gangsöffnung auszubilden, einen Leiter in der Durchgangsöffnung einzubetten und ein Glassubstrat zu kleben. Demzufolge wird der Herstellungsprozeß kompliziert.

## Zusammenfassung der Erfindung

Die erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Dünnfilm-Magnetkopfgleiter hoher Leistung und niedriger Kosten zu schaffen, und ferner ein Verfahren für eine einfache Herstellung des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters ohne Bildung einer Durchgangsöffnung oder Kleben eines Glassubstrates zur Verfügung zu stellen.

Die zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen Dünnfilm-Magnetkopfgleiter zu schaffen, welcher einfach und ohne Bildung einer Durchgangsöffnung sowie Kleben eines Glassubstrates herstellbar ist, und bei welchem das Magnetkopfelement hochgenau so positioniert werden kann, daß eine äußerst dichte Aufnahme verwirklicht und die Zuverlässigkeit erhöht werden kann, indem ein Spurmeelement für das Dünnfilm-Magnetkopfelement hinzugefügt wird (der Spurmeelement bewegt das Magnetkopfelement in winzigen Schritten in einer annähernd senkrecht zur Bewegungsrichtung des Aufnahmemediums stehenden Spurrichtung) oder indem ein Bewegungsmechanismus für kleine Abstandsschritte hinzugefügt wird, der in der Lage ist, den Magnetkopf in kleinen Schritten in der Richtung des Absenkens und Abhebens gegenüber einem Aufnahmemedium hin zu bewegen, so daß der Magnetkopf dem Aufnahmemedium angenähert oder von diesem entfernt werden kann.

Die dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen elektrostatischen Stellantrieb zu schaffen, welcher für einen Antriebsmechanismus geeignet ist, der für den Spurmeelement oder den Lade- und Entlademechanismus (Absenk- und Abhebemechanismus) bei dem obengenannten Dünnfilm-Magnetkopfelement verwendbar ist.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen eines Dünnfilm-Magnetkopfgleiters mit einer Medium-Gegenfläche zu schaffen, die für eine einem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt ist, wobei dieses Verfahren folgende Schritte umfaßt: Anordnen eines Gleitermaterials auf einer Oberfläche eines Substrates, oder auf einer Oberfläche einer Opferschicht auf dem Substrat, wobei diese Oberfläche des Substrates oder diese Oberfläche der Opferschicht zuvor in einer bestimmten Gestaltung gebildet wird, um diese Medium-Gegenfläche auszubilden; Ausbilden des Gleiters auf der Oberfläche des Substrates oder auf der Oberfläche der Opferschicht; und Entfernen des Substrates oder der Opferschicht und des Substrates von dem Gleiter.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Dünnfilm-Magnetkopfgleiter vorgesehen, welcher für eine einem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt ist und welcher umfaßt: Einen auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer auf einem Substrat vorgesehenen Opferschicht angeordneten Gleiterkörper, wobei das Substrat oder die Opferschicht mit dem Substrat vom Gleiterkörper getrennt sind; einen Spurmeelement, welcher von einem stationären Abschnitt des Gleiterkörpers so gehalten wird, daß ein beweglicher Abschnitt, welcher ein Teil des Gleiterkörpers ist, in einer Spurrichtung annähernd senkrecht zu einer Bewe-

gungsrichtung des Aufnahmemediums bewegt werden kann; und wenigstens einen magnetischen Gegenpol eines Dünnfilm-Magnetkopfelementes, welcher für eine dem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt und in einem beweglichen Abschnitt des Spurmechanismus angeordnet ist.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Dünnfilm-Magnetkopfgleiter vorgesehen, welcher für eine einem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt ist und umfaßt: Einen Gleiterkörper, welcher auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer auf einem Substrat angeordneten Opferschicht angeordnet ist, wobei das Substrat oder die Opferschicht mit dem Substrat vom Gleiterfilmkörper getrennt sind; einen Lade- und Entlademechanismus, welcher von einem stationären Abschnitt des Gleiterkörpers so gehalten wird, daß ein beweglicher Abschnitt, der ein Teil des Gleiterkörpers ist, in einer Lade- und Entladerichtung bewegt werden kann, bei der der bewegliche Abschnitt des Gleiterkörpers sich dem Aufnahmemedium nähert bzw. von diesem entfernt wird; und wenigstens einen magnetischen Gegenpol eines Dünnfilm-Magnetkopfelementes, welcher für eine dem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt und in einem beweglichen Abschnitt des Lade- und Entlademechanismus vorgesehen ist.

Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Dünnfilm-Magnetkopfgleiter vorgesehen, welcher für eine einem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt ist und umfaßt: Einen auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer auf einem Substrat vorgesehenen Opferschicht angeordneten Gleiterkörper, wobei das Substrat oder die Opferschicht mit dem Substrat vom Gleiterkörper getrennt sind; wobei der Gleiterkörper einen stationären Abschnitt sowie einen beweglichen Abschnitt umfaßt, welcher von dem stationären Abschnitt über eine Haltefeder so gehalten wird, daß der bewegliche Abschnitt sowohl in einer Spurrichtung annähernd senkrecht zu einer Bewegungsrichtung des Aufnahmemediums als auch in einer Lade- und Entladerichtung (Absenk- und Abhebemechanismus) bewegt werden kann, bei der der bewegliche Abschnitt des Gleiterfilmkörpers sich einem Aufnahmemedium nähert bzw. von diesem trennt; und wenigstens einen magnetischen Gegenpol eines Dünnfilm-Magnetkopfelementes, welcher für eine dem Aufnahmemedium gegenüberliegende Anordnung ausgelegt und in einem beweglichen Abschnitt des Spurmechanismus angeordnet ist.

Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein elektrostatischer Stellantrieb vorgesehen, welcher umfaßt: Einen stationären Abschnitt mit einer Vielzahl zueinander paralleler Zähne; einen beweglichen Abschnitt mit einer Vielzahl von zu den Zähnen des stationären Abschnittes parallelen Zähnen; eine Haltefeder zum Halten des beweglichen Abschnittes derart, daß der bewegliche Abschnitt gegenüber dem stationären Abschnitt in einer Zahnbreitenrichtung bewegt werden kann; und einen Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Bewegen des beweglichen Abschnittes in eine Position, bei der eine elektrostatische Anziehungskraft in der Zahnbreitenrichtung, die dann erzeugt wird, wenn eine Spannung zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes und denen des beweglichen Abschnittes aufgeprägt wird, durch eine Rückstellkraft der Haltefeder ausgeglichen wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1(a) bis 1(c) sind Ansichten, welche die erste Ausführung des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters der vorliegenden Erfindung zeigen, wobei Fig. 1(a) eine perspektivische Ansicht des Gleiters ist, gesehen von dessen Rückseite, bevor der Gleiter an einer Kopfaufhängung befestigt wird, und Fig. 1(b) eine perspektivische Ansicht des Gleiters ist, gesehen von der Luftlagerflächen-seite desselben her, nachdem der Gleiter an der Kopfaufhängung befestigt worden ist, und Fig. 1(c) eine Querschnittansicht entlang der Linie A-A' ist;

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht einer Abwandlung des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters der ersten Ausführung;

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung, die ein Verfahren zum Verbinden der Kopfaufhängung mit dem Gleiter zeigt;

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung, die ein Verfahren zum Verbinden der Kopfaufhängung mit dem Gleiter zeigt;

Fig. 5(a) bis 5(e) sind schematische Darstellungen, die den Herstellungsprozeß des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters der vorliegenden Erfindung zeigen;

Fig. 6(a) und 6(b) sind schematische Darstellungen, die einen Dünnfilm-Magnetkopfgleiter der vorliegenden Erfindung in der Mitte des Herstellungsprozesses zeigen;

Fig. 7(a) bis 7(c) sind Ansichten, die ein Verfahren zum gleichzeitigen Verbinden einer Vielzahl von Kopfaufhängungen mit einer Vielzahl von Gleitern zeigen;

Fig. 8(a) bis 8(d) sind Ansichten, die ein Beispiel des Verfahrens zum Bilden eines abgeschrägten Abschnittes der Luftlagerschiene zeigen;

Fig. 9(a) und 9(b) sind Ansichten, welche ein anderes Beispiel des Verfahrens zum Bilden eines abgeschrägten Abschnittes der Luftlagerschiene zeigen;

Fig. 10(a), 10(b) und 10(c) sind Ansichten, welche eine zweite Ausführung des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters der vorliegenden Erfindung zeigen, wobei Fig. 10(a) eine perspektivische Ansicht des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters, von der Luftlagerflächen-seite her gesehen, ist, Fig. 10(b) eine perspektivische Ansicht des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters von der Rückseite her gesehen, ist und Fig. 10(c) eine Querschnittansicht entlang der Linie B-B' ist, die einen Spurantriebsmechanismus für den Antrieb des Magnetkopfelementes zeigt;

Fig. 11(a) und 11(b) sind perspektivische Ansichten, welche Abwandlungen des in Fig. 10(c) gezeigten Spurantriebsmechanismus zeigen;

Fig. 12(a) und 12(b) sind Ansichten, welche eine dritte Ausführung des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters der vorliegenden Erfindung zeigen, wobei Fig. 12(a) eine perspektivische Ansicht des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters von der Luftlagerflächen-seite her gesehen ist, und Fig. 12(b) eine perspektivische Ansicht des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters von der Rückseite her gesehen ist;

Fig. 13(a) und 13(b) sind Querschnitt- bzw. Längsschnittansichten des Lade- und Entladeantriebsmechanismus entsprechend der Fig. 10(c);

Fig. 14(a) ist eine schematische Darstellung, welche das Prinzip des elektrostatischen Stellantriebes gemäß dem Stand der Technik zeigt, und Fig. 14(b) ist eine schematische Darstellung, welche das Prinzip des elektrostatischen Stellantriebes gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 15 ist ein Diagramm, welches die Relation zwischen der Kraft und dem Wert  $g_2/g_1$  des elektrostati-

schen Stellantriebes der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 16 ist eine Draufsicht, welche eine Ausführung des elektrostatischen Stellantriebes der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 17(a) bis 17(e) und Fig. 18(a) bis 18(e) sind schematische Darstellungen zum Erläutern des Herstellungsprozesses des elektrostatischen Stellantriebes der vorliegenden Erfindung, wobei die schematischen Darstellungen in der Reihenfolge des Herstellungsprozesses angeordnet sind;

Fig. 19 ist eine Draufsicht, welche eine andere Ausführung des elektrostatischen Stellantriebes der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 20(a) bis 20(c) sind Diagramme, welche Beispiele für an den elektrostatischen Stellantrieb der in Fig. 19 gezeigten Ausführung angelegte Spannungen zeigen;

Fig. 21 ist eine perspektivische Ansicht des Kopfgleiters, in welchen der elektrostatische Stellantrieb eingebaut ist;

Fig. 22 ist eine Querschnittsansicht des Kopfgleiters, in welchen der elektrostatische Stellantrieb eingebaut worden ist;

Fig. 23 ist eine perspektivische Ansicht des Kopfgleiters, in welchen ein elektrostatischer Stellantrieb eingebaut worden ist, der in der Lage ist, äußerst kleine Bewegungen in der Spurrichtung sowie in der Lade- und Entladerichtung auszuführen;

Fig. 24 ist eine Teilschnittansicht des Antriebsabschnittes für den Stellantrieb des in Fig. 23 gezeigten Kopfgleiters;

Fig. 25 und 26 sind Ansichten des Kopfgleiters in der Richtung des Pfeiles A in Fig. 23;

Fig. 27(a) bis 27(d) sind Ansichten, welche eine Ausführung des Kopfgleiters zeigen, in dessen Antriebsabschnitt piezoelektrisches Material verwendet wird, wobei Fig. 27(a) eine perspektivische Ansicht des Kopfgleiters von der Luftlagerflächenseite her gesehen ist; Fig. 27(b) ist eine perspektivische Ansicht des Kopfgleiters von der Rückseite her gesehen, Fig. 27(c) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A, und Fig. 27(d) ist eine vergrößerte Ansicht des Antriebsabschnittes;

Fig. 28 ist eine Ansicht, welche eine andere, der Fig. 27(d) entsprechende Ausführung des Antriebsabschnittes zeigt, bei welchem piezoelektrisches Material verwendet wird;

Fig. 29 ist eine Ansicht, die noch eine andere, der Fig. 27(d) entsprechende Ausführung des Antriebsabschnittes zeigt, bei welchem piezoelektrisches Material verwendet wird;

Fig. 30(a) und 30(b) sind Ansichten zum Erläutern der Bewegung des Kopfgleiters für den Fall des Antriebes, wobei der Antriebsabschnitt piezoelektrisches Material verwendet, wobei Fig. 30(a) eine Oberseitenansicht und Fig. 30(b) eine Querschnittsansicht des Auslegers zeigt; und

Fig. 31(a) und 31(b) sind Ansichten zum Erläutern der Bewegung des Kopfgleiters, wenn der Antriebsabschnitt in der Lade- und Entladerichtung angetrieben wird unter Verwendung von piezoelektrischem Material, wobei Fig. 31(a) eine Querschnittsansicht in der Richtung der Auslegerseite und Fig. 31(b) eine Querschnittsansicht des Auslegers sind.

Genaue Beschreibung der bevorzugten Ausführungen

Die Fig. 1(a) bis 1(c) sind Ansichten, welche die erste Ausführung des Dünnfilm-Magnetgleiters der vorlie-

genden Erfindung zeigen. Fig. 1(a) ist eine perspektivische Ansicht des Gleiters 20, bevor dieser mit einer Kopfaufhängung 30 zusammengebaut worden ist, wobei dieses eine Ansicht von der Rückseite her ist, d. h. von der der Luftlagerseite abgewandten Seite. Fig. 1(b) ist eine perspektivische Ansicht des Gleiters 20, welcher an der Kopfaufhängung 30 befestigt ist, wobei es sich um eine Ansicht von der Luftlagerseite her handelt. Fig. 1(c) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A' in Fig. 1(a).

Der Gleiter 20 umfaßt eine aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hergestellte Luftlagerfläche 21 und einen aus einem Leitermaterial wie etwa Ni hergestellten Gleiterkörper 22, wobei der Gleiterkörper 22 auf der Rückseite der Luftlagerfläche 21 angeordnet ist. Der Gleiterkörper 22 ist aus einer Vielzahl von im Zentrum angeordneten Anschlußpads 23 und einem äußeren Peripheriebereich 24 gebildet. Die Vielzahl von Anschlußpads 23 ist in der Richtung parallel zur Luftlagerfläche angeordnet. Ein vorgegebener Zwischenraum 25 ist zwischen den Pads 23 und auch zwischen jedem Pad 23 und der äußeren Peripherie 24 gebildet. Es sind 2 Sätze von Anschlüssen vorgesehen, d. h. es gibt 4 Anschlüsse. Es sind auch 2 Sätze von Anschlußpads 23 vorgesehen, d. h. es gibt 4 Anschlußpads 23. In diesem Fall wird ein Satz Anschlüsse (MR-Elemente) als Lesekopfelemente und der andere Satz Anschlüsse (Induktivkopfelement) als Schreibkopfelemente verwendet. Es ist möglich, einen Satz Anschlüsse, beispielsweise 2 Anschlüsse zu verwenden, wenn ein Element sowohl als Lese- wie auch als Schreibkopfelement eingesetzt wird. In den Zwischenräumen 25 ist ein Harz 26, wie etwa Polyimid in einer solchen Weise vorgesehen, daß die Rückseite der Luftlagerfläche 21 mit dem Harz überdeckt ist. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die äußere Peripherie 24 des Gleiterkörpers 22 als eines der Anschlußpads verwendet werden kann.

Wie in Fig. 1(a) gezeigt ist, ist die Rückseite des Gleiters 20 an der Kopfaufhängung 30 befestigt. Wie in Fig. 1(b) gezeigt ist, sind auf der Luftlagerfläche 21 des Gleiters 20 zwei Seitenschienen 27 vorgesehen, die annähernd parallel zu der Plattendrehrichtung B sind, ferner eine Mittelschiene 28, die in der Mitte an der Vorlaufseite angeordnet ist, und ein Dünnfilmkopf 29. An den Vorlaufenden der Seitenschienen 27 und der Mittelschiene 28 sind abgeschrägte Abschnitte 27a bzw. 28a ausgebildet.

Der Gleiter 20 hat eine im wesentlichen rechteckige Form, wenn man ihn von der Seite der Medium-Gegenfläche oder der Luftlagerfläche her sieht, und die im wesentlichen rechteckige Form hat entsprechende Ecken, die jeweils abgefast oder abgerundet sind. Die Länge des Gleiters 20 entlang einer Bewegungsrichtung des Aufnahmemediums ist etwa 0,8 mm oder unter 0,8 mm.

In Fig. 2 ist eine Abwandlung des Dünnfilm-Magnetkopfgleiters gezeigt. In der in den Fig. 1(a) bis 1(c) gezeigten Ausführung umgibt das Leitermaterial der äußeren Peripherie 24 des Gleiterkörpers 22 die Pads 23. In der vorliegenden Abwandlung ist andererseits ein Rahmen des Hauptkörpers 22 des Gleiters 20 aus einem Leitermaterial gebildet, und Anschlußpads 23 sind außerhalb des Rahmens angeordnet. Wie oben beschrieben wurde, ist es möglich, die Anschlußpads 23 in willkürlichen Positionen im Gleiter 20 anzuordnen. In Übereinstimmung mit den Formen der Schwebeschienen 27, 28 (in Fig. 1(b) gezeigt) ist es möglich, die Form des Gleiterkörpers 22 willkürlich so zu ändern, daß die Steifigkeit aufrechterhalten werden kann.

Fig. 3 ist eine Ansicht, die eine Verbindung zwischen dem Gleiter 20 und der Kopfaufhängung 30 zeigt. Bei dieser Ausführung ist ein Klebmetall 31 auf der Rückseite der Anschlußpads 23 und der äußeren Peripherie 24 des Hauptkörpers des Gleiters 20 vorgesehen. Mittels Thermokompressionsklebung, Ultraschall-Kompressionsklebung (C) oder Klebung mittels leitfähigen Klebers werden die Pads 23 und die äußere Peripherie 24 des Hauptkörpers einer Verklebung mit der Kopfaufhängung 30 unterworfen, auf welcher ein leitfähiger Anschlußbereich 32 ausgebildet ist. In diesem Fall sind die Anschlußpads 23 elektrisch und mechanisch mit der Kopfaufhängung 30 verbunden, und die äußere Peripherie 24 des Gleiterkörpers ist mechanisch mit der Kopfaufhängung 30 verbunden. Wenn die äußere Peripherie 24 des Gleiterkörpers auch als eines der Anschlußpads verwendet wird, sind alle Verbindungsabschnitte elektrisch und mechanisch verbunden.

Fig. 4 ist eine Ansicht, die eine andere Ausführung der Verbindungsmethode zum Verbinden des Gleiters 20 mit der Kopfaufhängung 30 zeigt. In dieser Ausführung sind der Gleiter 20 und die Kopfaufhängung 30 einer Adhensions- oder Kompressionsklebung unterworfen, und das Anschlußpad 23 ist mit dem auf der Rückseite der Kopfaufhängung 30 angeordneten leitfähigen Abschnitt 33 über einen Draht 34 mittels Kleben oder Löten verbunden. Alternativ dazu kann ein entlang der Kopfaufhängung 30 angeordneter Leiterdraht (in der Zeichnung nicht gezeigt) direkt mit dem Anschlußpad 23 verbunden sein.

Fig. 5(a) bis 5(e) sind Ansichten, die den Herstellungsprozeß des Gleiters 20 zeigen. Diese Ansichten entsprechen Querschnittsansichten entlang der Linie A-A' in Fig. 1(a).

Zuerst werden auf der Oberfläche des Si-Substrates 46 Formen der Luftlagerschienen (sowohl Seitenschienen als auch Mittelschiene) aus dem Material einer Opferschicht, wie etwa Al, Ti und Ta gebildet (in Fig. 5(a) gezeigt).

Fig. 6(a) ist eine perspektivische Ansicht, die der Fig. 5(a) entspricht. Wie in der Zeichnung gezeigt ist, sind Bereiche des Si-Substrates 46 mit Ausnahme der Bereiche, in denen die Luftlagerschienen später geformt werden, mit der aus Al hergestellten Opferschicht beschichtet. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß ein Verfahren zum Formen eines abgeschrägten Bereiches der Schwebeschienen später beschrieben wird. Als nächstes wird eine Opferschicht (Al) auf der gesamten oberen Oberfläche gebildet (in Fig. 5(b) gezeigt). Als nächstes wird ein Aufnahme- und Wiedergabekopfelement gebildet, und es wird ein Film aus  $\text{SiO}_2$ , diamantartiger Kohle (Karbon) oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  auf der Luftlagerfläche ausgebildet (in Fig. 5(c) gezeigt). In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß nachdem das Aufnahme- und Wiedergabekopfelement gebildet worden ist und bevor der Film auf der Schwebefläche ausgebildet worden ist, das Kopfelement 41 mit dem das Anschlußpad bildenden Bereich 42 durch einen Leiterdraht 43 verbunden wird, wie in Fig. 6(b) gezeigt ist. Als nächstes wird ein (nicht gezeigter) leitfähiger Film zum Plattieren gebildet, und es wird eine zum Plattieren verwendete (nicht gezeigte) Maske aus Fotoresistlack gebildet. Danach werden das Anschlußpad 23 und oder Gleiterkörper 22 durch Plattieren eines Metalls wie etwa Ni, NiFe, Au oder Cu gebildet. Nach der Beendigung des Plattiervorganges wird der leitfähige Film in einem Bereich, wo kein Fotoresistlack ist, und ebenso ein leitfähiger Film in einem Bereich, wo kein Plattierfilm ist, entfernt (in

Fig. 5(d) gezeigt). Ein Film eines Klebmetalls 45, wie etwa Au, wird auf dem Anschlußpad 23 und auf der Rückseite des Gleiterkörpers 22 gebildet, und sodann wird ein Harz 26, wie etwa Polyimid, zwischen den Anschlußpads 23 und dem Gleiterkörper 22 vorgesehen (in Fig. 5(e) gezeigt). In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß ein anorganisches Material wie etwa diamantartige Kohle oder  $\text{SiO}_2$  zwischen dem Anschlußpad 23 und dem Gleiterkörper 22 vorgesehen werden kann. Danach wird der Gleiter 20 mit der Kopfaufhängung 30 mittels Kleben verbunden, und die Opferschicht oder sowohl die Opferschicht als auch das Substrat werden geätzt, so daß der Gleiter 20 von dem aus Si hergestellten Substrat 46 getrennt wird. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß der Gleiter 20 natürlich mit der Kopfaufhängung 30 verbunden werden kann, nachdem der Gleiter 20 von dem Substrat 46 getrennt wurde.

Fig. 7(a) bis 7(c) sind Ansichten, welche ein Verfahren für den Zusammenbau des Gleiters 20 der vorliegenden Erfindung und der Kopfaufhängung 30 zeigen. Nachdem der Gleiter 20 auf einem Substrat 46 gebildet worden ist, wird dieses Substrat 46 zu einem Block 47 geschnitten, welcher eine Vielzahl von Gleitern 20 umfaßt. Dann wird ein Verbindungsrahmen 48, in welchem eine Vielzahl von Kopfaufhängungen 30 nach Art eines Kammes miteinander verbunden ist, gleichzeitig einer Klebung auf den Gleiterblock 47 unterworfen (in Fig. 7(a) gezeigt). Danach wird das Substrat 46 vom Gleiterblock 47 mittels Ätzen entfernt (in Fig. 7(b) gezeigt). Dann wird jede Kopfaufhängung 30 vom Verbindungsrahmen 48 abgetrennt (in Fig. 7(c) gezeigt). Auf diese Weise ist die Herstellung des Gleiters 20 gemäß der Erfindung vollendet.

Fig. 8(a) bis 8(d) sind Ansichten, die ein Verfahren zur Ausbildung eines abgeschrägten Abschnittes für die Luftlagerschiene zeigen. Gemäß diesem Verfahren wird eine Opferschicht 51 (Al) auf einem Si-Substrat 46 gebildet. Dann wird ein Fotoresistlack 52 auf die Opferschicht 51 aufgetragen und belichtet. In diesem Fall wird die Belichtung in einer solchen Weise durchgeführt, daß die auf den abgeschrägten Abschnitt aufgebraachte Belichtungsmenge kleiner als die auf andere Abschnitte aufgebraachte Belichtungsmenge ist und nach und nach reduziert wird (in Fig. 8(a) gezeigt). Dieses Verfahren wird gewöhnlich als Verfahren eingesetzt, um ein Fotoresistlackmuster als dreidimensionale Form auszubilden. Dieses Verfahren ist beispielsweise in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 61-107514 oder in den folgenden Dokumenten beschrieben worden.

W. Henke, W. Hoppe, H.J. Quenzer, P. Staudt-Fischback und B. Wagner "Simulation and Experimental Study of Gray-Tone Lithography for the Fabrication of Arbitrarily Shaped Surface" IEEE, Micro Electro Mechanical Systems, S. 205, 1994.

Der Fotoresistlack wird entwickelt, so daß der abgeschrägte Abschnitt 53 ausgebildet wird (in Fig. 8(b) gezeigt). Dann wird die Opferschicht mittels Ionenfräsen (Ionenabtrag) oder Sputter-Ätzen geätzt (in Fig. 8(c) gezeigt), so daß das Muster der Opferschicht 51 mit dem abgeschrägten Abschnitt 54 fertiggestellt wird (in Fig. 8(d) gezeigt). Danach wird eine Opferschicht über der gesamten Oberfläche gebildet, und sodann wird eine Luftlagerschiene (in der Zeichnung nicht gezeigt) aus  $\text{SiO}_2$  auf der Opferschicht 51 gebildet.

Fig. 9(a) und 9(b) sind Ansichten, welche eine andere Ausführung des Verfahrens zum Bilden eines abgeschrägten Abschnittes für die Luftlagerschiene zeigen.

Gemäß dieser Ausführung ist es anders als bei dem in den Fig. 8(a) bis 8(d) gezeigten Verfahren nicht erforderlich, die aus Al hergestellte Opferschicht 51 zu bilden; der Fotoresistlack 52 wird auf das Substrat 46 aufgetragen. Dann wird der Fotoresistlack 52 belichtet, wobei die Menge des Belichtungslichtes eingestellt wird (in Fig. 9(a) gezeigt). Danach wird der Fotoresistlack 52 durch Wärme oder Ultraviolettstrahlen gehärtet, so daß die Opferschicht gebildet werden kann. Alternativ dazu wird eine Opferschicht über der gesamten Oberfläche gebildet. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß der gehärtete Fotoresistlack aus einem Material hergestellt sein kann, welches bei der Ätz-Trennung nicht aufgelöst wird. Alternativ dazu könnten nicht nur die abgeschrägten Abschnitte sondern die gesamten Luftlagerschienen aus Fotoresistlack gemacht werden.

Gemäß den oben beschriebenen Ausführungen werden der Anschlußpadbereich und der Gleiterkörper gleichzeitig aus einem Leitermaterial gebildet. Es ist deshalb möglich, einen Gleiter zu bilden, ohne Durchgangsöffnungen in einem Silizium-Board auszubilden oder ein Glassubstrat zu kleben. Demzufolge ist es möglich, einen Dünnschicht-Magnetkopfleiter hoher Leistung und mit geringen Kosten zu schaffen.

Fig. 10(a) bis 10(c) sind Ansichten, welche die zweite Ausführung des Dünnschicht-Magnetkopfgleiters gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen. Fig. 10(a) ist eine perspektivische Ansicht des Dünnschicht-Magnetkopfgleiters 110, welcher an der Kopfaufhängung 130 befestigt ist, wobei die Ansicht von der Luftlagerflächenseite her gesehen ist. Fig. 10(b) ist eine perspektivische Ansicht des Dünnschicht-Magnetkopfgleiters 110, bevor dieser an der Kopfaufhängung 130 befestigt worden ist, wobei die Ansicht von der Rückseite (der der Luftlagerfläche abgewandten Seite) her gesehen ist. Fig. 10(c) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B' in Fig. 10(b).

Bereiche der aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hergestellten Luftlagerflächenschicht 111 ragen über die einem Aufnahmemedium gegenüberliegende Luftlagerfläche des Gleiters 110, so daß zwei Luftlagerschienen 115 gebildet werden, welche sich bezüglich des Aufnahmemediums, welches sich in der Richtung des Pfeiles A bewegt, von der Vorlaufseite 113 zur Nachlaufseite 114 erstrecken. Es ist eine Mittelschiene 117 an der Vorlaufseite 113 zwischen den beiden Luftlagerschienen 115 vorgesehen. Der Körper 112 des Gleiters 110 und die Anschlußpads 118 (in Fig. 10(b) gezeigt), welche auf der Rückseite der Luftlagerflächenschicht 111 gebildet sind, werden einer metallischen Plattierung mit Ni unterworfen.

Es ist ein Element-Antriebsmechanismus 120 (in dieser Ausgestaltung ein Spurmechanismus) auf der Luftlagerfläche 111 zwischen den beiden Luftlagerschienen 115 und auch zwischen den Anschlußpads 118 und der Nachlaufseite 114 vorgesehen. Das heißt, daß die metallische Plattierschicht aus Ni auf dem Körper des Gleiters 110 nicht auf dem Element-Antriebsmechanismus 120 vorgesehen ist. Die Länge des Gleiters 110 von der Vorlaufseite 113 bis zur Nachlaufseite 114 ist beispielsweise 0,5 bis 0,8 mm, seine Breite ist 0,3 bis 0,6 mm und seine Dicke ist 0,04 bis 0,06 mm.

Wie in der Querschnittsansicht der Fig. 10(c) gezeigt ist, verwendet der Element-Antriebsmechanismus der zweiten Ausführung, d. h. der Spurmechanismus 120 der zweiten Ausführung eine elektrostatische Anziehungskraft. Eine bewegliche Komponente umfaßt zwei parallele Federn 121 (von denen in der Zeichnung nur eine gezeigt ist), die sich vom stationären Bereich aus erstrecken, sowie zwei Element-Montageabschnitte 122,

welche an den Enden der parallelen Federn 121 gehalten werden. Die parallelen Federn 121 der beweglichen Komponente und die der beweglichen Komponente gegenüberliegende stationäre Komponente sind aus Metall, wie etwa Ni und Cu, hergestellt. Sowohl die bewegliche Komponente als auch die stationäre Komponente sind mit einer metallischen Elektrode an den jeweils gegenüberliegenden Bereichen versehen. Wenn eine Spannung zwischen der stationären Elektrode 123 und der beweglichen Elektrode 121 angelegt wird, um eine Anziehungskraft zu erzeugen, kann ein Spurvorgang (Spureinstellvorgang) ausgeführt werden.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die bewegliche Komponente in einer Weise angeordnet ist, daß nur das Kopfelement 124 oder das Ende 124a des Magnetpols des Kopfelementes zur Seite des Aufnahmemediums (nicht gezeigt) hin vorsteht und daß die Antriebs Elektroden 121, 123 vom Aufnahmemedium getrennt sind. Der Grund für die Anwendung der oben beschriebenen Anordnung ist der, zu verhindern, daß Staub durch die angelegte Spannung zwischen den Elektroden 121 und 123 an das Kopfelement 124 angezogen wird, so daß die Luftlagerkraft des Gleiters 110 nicht durch den Antriebsbereich beeinträchtigt wird. Obwohl es in der Zeichnung nicht gezeigt ist, wird es bevorzugt, ein Ende des Gleiters 110 an der Seitenperipherie der Luftlagerflächenseite abzuschragen zu dem Zweck, eine Kollision mit dem Aufnahmemedium zu verhindern, wenn die Lage des Gleiters 110 infolge einer Roll- oder Kippbewegung geändert wird.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die Anschlußpads 118, welche mit einem (nicht gezeigten) Anschlußverbindungsabschnitt der Kopfaufhängung 130 verbunden sind, im Zentrum auf der Rückseite des Gleiters 110 angeordnet sind. In diesem Fall sind zwei Sätze von Anschlußpads 118 angeordnet, d. h. vier Anschlußpads 118 sind vorgesehen. Ein Satz wird für das Kopfelement und der andere Satz für den Spurmechanismus verwendet.

Fig. 11(a) und 11(b) sind Ansichten, welche Abwandlungen des Spurmechanismus 120 zeigen. In der in Fig. 11(a) gezeigten Abwandlung ist eine Oberfläche der stationären Elektrode 123, die der in Fig. 10(c) gezeigten beweglichen Elektrode 121 gegenüberliegt, gekrümmt, und die parallele Feder 121 der beweglichen Komponente wird entlang der gekrümmten Oberfläche der stationären Elektrode 123 deformiert. Infolge der vorstehend beschriebenen Ausgestaltung ist die Größe der Auslenkung erhöht. In der in Fig. 11(b) gezeigten Abwandlung sind die bewegliche Komponente 121 und die stationäre Komponente 123 aus kammförmigen Elektroden 121a und 123a ausgebildet. In diesem Fall wird eine Anziehungskraft in einer Richtung parallel zur Längsrichtung der kammförmigen Elektroden erzeugt. Durch die oben beschriebene Anziehungskraft wird der Spurvorgang ausgeführt.

Fig. 12(a) und 12(b) sind Ansichten, die eine dritte Ausgestaltung des Dünnschicht-Magnetkopfgleiters gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen, bei welchem der Spurmechanismus 120 in eine der Luftlagerschienen 115 eingebaut ist. Wenn der Antriebsabschnitt 120 in die Luftlagerschiene 115 eingebaut wird, wie in dieser Ausgestaltung gezeigt ist, kann eine Fläche des Bereiches, wo die Anschlußpads 118 angeordnet sind, vergrößert werden, und außerdem kann der Gleiter kompakt ausgeführt werden. In dieser Ausgestaltung kann ein beliebiger der Spurmechanismen 120, die in den Fig. 10(c), 11(a) und 11(c) gezeigt sind, verwendet wer-

den. Wie zuvor beschrieben wurde, ist es jedoch zu bevorzugen, daß die Elektroden 121, 123 mit Bezug auf die Oberfläche der Luftlagerschienen 115 einseitig (auf der Seite des Hauptkörpers 112) angeordnet sind, so daß die Elektroden 121, 123 von einem Aufnahmemedium (nicht gezeigt) getrennt bleiben können. Gemäß der vorstehenden Beschreibung kann die durch die angelegte Spannung zwischen den Elektroden verursachte Anziehung von Staub verhindert werden, und weiter kann eine zwischen der Elektrode und dem Aufnahmemedium erzeugte elektrische Entladung verhindert werden.

Fig. 13(a) und 13(b) sind Ansichten, welche den Dünnfilm-Magnetkopf der vierten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung zeigen, bei welcher ein Lade- und Entlademechanismus vorgesehen ist. Dieser Lade- und Entlademechanismus 120A kann zwischen den Luftlagerschienen 115 wie bei der ersten Ausgestaltung angeordnet sein, oder dieser Lade- und Entlademechanismus 120A kann alternativ dazu in die Luftlagerschiene 115 eingebaut sein, wie bei der zweiten Ausgestaltung.

In dieser Ausgestaltung ist die Feder 121 der beweglichen Komponente oberhalb der Luftlagerflächenschicht 111 des Gleiters angeordnet, wobei ein kleiner Zwischenraum zwischen der Feder 121 und der Luftlagerflächenschicht 111 ausgeführt ist; der Kopfelement-Montageabschnitt 122 ist an einem Ende der Feder 121 vorgesehen. Wenn eine Spannung zwischen der stationären Elektrode 123 und der beweglichen Elektrode 121 angelegt wird, welche an der Seite der Luftlagerflächenschicht 111 vorgesehen ist, wird die bewegliche Komponente 121 zur Luftlagerflächenschicht 111 hin gezogen. Entsprechend der vorstehenden Beschreibung nähert sich das Kopfelement 124 dem (nicht gezeigten) Aufnahmemedium oder kommt mit diesem in Kontakt. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß bei diesem Mechanismus eine Spannung auf folgende Weise aufgebracht werden kann. Nach dem Start der Drehung des Aufnahmemediums kann die Spannung angelegt werden, und unmittelbar vor dem Stop des Aufnahmemediums wird die Spannungszufuhr gestoppt. Alternativ dazu kann die Spannungszufuhr gestartet bzw. gestoppt werden, indem sie mit dem Betrieb des Kopfelementes 124 gekoppelt wird.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß bei den in den Fig. 10 bis 13(a) und 13(b) gezeigten Ausgestaltungen dann, wenn die Mittelschiene in der Mitte der Vorlaufseite 113 des Gleiters 110 und die Seitenschienen an beiden Seiten in der Nähe der Nachlaufseite angeordnet sind, so daß ein eine Schwebekraft erzeugender Bereich an jeder Ecke der im wesentlichen dreieckigen Figur gebildet ist, es zu bevorzugen ist, daß der Spurmeechanismus 120 oder der Lade- und Entlademechanismus 120A innerhalb des Dreieckes angeordnet sind. Der Grund wird wie folgt beschrieben. Auch wenn der Gleiter durch die Restspannung, die in jeder Schicht bei der Herstellung des Gleiterkörpers und der Luftlagerfläche erzeugt wird, deformiert wird, werden deshalb, weil es drei Punkte gibt, an denen eine Luftlagerkraft erzeugt wird und weil deshalb der Antriebsmechanismus und das Kopfelement innerhalb des Dreieckes angeordnet werden können, diese selten durch die Schwankungen einer Flughöhe beeinträchtigt, so daß der Flugvorgang stabilisiert werden kann.

Fig. 14(a) und 14(b) sind schematische Darstellungen, in denen das Prinzip des für den Antriebsmechanismus der vorliegenden Erfindung verwendeten elektrostatischen Stellantriebes mit dem Prinzip des für den Antriebsmechanismus beim Stand der Technik verwendeten elektrostatischen Stellantriebes verglichen wird. Eine der beiden einander gegenüberliegenden kammförmigen Elektroden ist ein stationärer Abschnitt 131, und die andere ist ein beweglicher Abschnitt 132. Wenn zwischen den beiden kammförmigen Elektroden eine Spannung angelegt wird, wird der bewegliche Abschnitt 132 um eine äußerst kleine Distanz gegenüber dem stationären Abschnitt 131 verstellt. Dieser Typ eines elektrostatischen Stellantriebes wird wie folgt hergestellt. Beispielsweise ist auf einem Siliziumsubstrat, auf das ein thermisch oxidiertes Film aufgetragen ist, ein als Isolierschicht dienender Film aus  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , ein als Opferschicht verwendeter PSG-Film (phosphosilicate glass = Phosphosilikat-Glas) und ein als kammförmige Elektrode verwendeter Film aus Polysilizium von 2  $\mu\text{m}$  Dicke vorgesehen. Der Polysilizium-Film wird einer Plasmaätzung unterworfen, so daß der Polysilizium-Film in eine vorgegebene Form gebracht wird. Zuletzt wird die Opferschicht mittels Naßätzung entfernt, um den beweglichen Abschnitt 132 zu erhalten.

Bei dem in Fig. 14(a) gezeigten elektrostatischen Stellantrieb aus dem Stand der Technik ist ein Zahn am beweglichen Abschnitt 132 in einer Zwischenposition zwischen zwei benachbarten Zähnen an dem stationären Abschnitt 131 angeordnet, und es wird eine Spannung zwischen den beiden einander gegenüberliegenden kammförmigen Elektroden angelegt; es wird eine Kraft in einer Richtung erzeugt derart, daß die Eingriffslänge der kammförmigen Elektroden vergrößert werden kann. Bei dem in Fig. 14(b) gezeigten elektrostatischen Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung ist andererseits ein Zahn an der Seite des beweglichen Abschnittes 132 in einer Position angeordnet, die von der Zwischenposition zwischen zwei benachbarten Zähnen des stationären Abschnittes 131 abweicht, so daß eine Kraft in einer Richtung senkrecht zur Zahnlänge erzeugt wird. Ein Unterschied zwischen dem elektrostatischen Stellantrieb gemäß dem Stand der Technik und dem gemäß der vorliegenden Erfindung wird im folgenden beschrieben.

Bei dem elektrostatischen Stellantrieb gemäß dem Stand der Technik ist der Zahn am beweglichen Abschnitt 132 in einer Zwischenposition zwischen zwei benachbarten Zähnen am stationären Abschnitt 131 angeordnet, und es wird eine Kraft in horizontaler Richtung (X-Richtung) in der Figur erzeugt. Die Intensität  $F_x$  der in der X-Richtung erzeugten Kraft ist durch die Gleichung  $F_x = V^2 \epsilon_0 t / g$  ausgedrückt, wobei  $g$  ein Zwischenraum zwischen dem Zahn am stationären Abschnitt 131 und dem Zahn am beweglichen Abschnitt 132 ist,  $t$  ist die Dicke des Zahnes,  $V$  ist eine anzulegende Spannung und  $\epsilon_0$  ist eine dielektrische Konstante im Vakuum.

Bei dem elektrostatischen Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung gibt es andererseits, wenn man den Abstand zwischen dem Zahn an dem stationären Abschnitt 131 und dem Zahn an dem beweglichen Abschnitt 132 betrachtet, zwei Arten von Zwischenräumen. Einer ist ein enger Zwischenraum  $g_1$  und der andere ist ein breiter Zwischenraum  $g_2$ . Es ist deshalb möglich, eine Differenz zwischen einer Kraft in der Y-Richtung (der Richtung senkrecht zur Zahnlänge), welche im Zwischenraum  $g_1$  erzeugt wird, und einer Kraft in der Y-Richtung, die im Zwischenraum  $g_2$  erzeugt wird, zu nutzen. In diesem Fall ist die Intensität der Kraft  $F_y = (1/2) V^2 \epsilon_0 t L (1/g_1^2 - 1/g_2^2)$ . Wenn  $g_1 = g$  und  $1/g_2^2 \ll 1/g_1^2$ , dann ist die Darstellung von  $F_y/F_x = L/2g$  erfüllt. Im Falle von  $L > 2g$  erzeugt der elektrostatische Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung eine größere



Kraft als der elektrostatische Stellantrieb aus dem Stand der Technik. Wenn beispielsweise der Spalt so ausgebildet ist, daß er  $g = 1 \mu\text{m}$  ist, und wenn der Zahn so ausgebildet ist, daß  $L = 200 \mu\text{m}$  ist, kann eine Kraft erzeugt werden, deren Intensität 100mal so hoch wie die des elektrostatischen Stellantriebes gemäß dem Stand der Technik ist, da ja eine in  $g_2$  erzeugte Kraft in einer Richtung wirkt, daß sie eine in  $g_1$  erzeugte Kraft aufhebt. Demzufolge ist vorzugsweise  $g_2$  höher als  $g_1$ . Wenn allerdings  $g_2$  extrem hoch ist, ist die Anzahl der in einem vorgegebenen Raum ausgebildeten Zähne begrenzt. Demzufolge gibt es einen Optimalwert bezüglich des Wertes von  $g_1/g_2$ . In dem Fall, wo  $L$  ausreichend höher als  $g_1$ ,  $g_2$  und  $w$  ist, ist das Verhältnis zwischen der Kraft ( $F_y$ ) und  $g_1/g_2$  wie in Fig. 15 dargestellt. Da die Anzahl der Zähne eine gerade Zahl ist, ist das Diagramm nicht gleichmäßig, bis der Wert von  $L$  genügend hoch ist. Auch in diesem Falle wird dann, wenn  $2 < g_2/g_1 < 3$  ist, die Kraft ein Maximum. Es ist praktisch, den Bereich  $1,5 < g_2/g_1$  ( $1,5 < g_2/g_1 < 5$ ) oder  $1,2 < g_2/g_1 < 10$  zu verwenden.

Fig. 16 ist eine Ansicht, die eine Abwandlung des elektrostatischen Stellantriebes der vorliegenden Erfindung zeigt. Der äußere Rahmen ist ein Körper des stationären Abschnittes 131, welcher mittels Plattieren von Ni gebildet ist. Der stationäre Abschnitt 131 ist auf einem in der Figur nicht gezeigten Substrat befestigt. An der inneren Wand des stationären Abschnittes 131 sind parallele Zähne 131a in regelmäßigen Abständen vorgesehen, welche zum Innenumfang hin ausgerichtet sind, wobei die parallelen Zähne 131a mittels Plattieren von Ni gleichzeitig mit dem stationären Abschnitt 131 gebildet werden. Diese Zähne 131a können auf dem Substrat befestigt sein oder alternativ dazu können diese Zähne 131a unter der Bedingung vorgesehen sein, daß ein (nicht gezeigter) Zwischenraum zwischen dem Substrat und den Zähnen ausgebildet ist. Ein zentraler, innerhalb des Rahmens des stationären Abschnittes 131 angeordneter Bereich ist der Körper eines beweglichen Abschnittes 132, welcher mittels Plattieren von Ni gleichzeitig mit dem Körper des stationären Abschnittes 131 gebildet wird. Es ist ein Zwischenraum zwischen dem Körper des beweglichen Abschnittes 132 und dem Substrat vorhanden, so daß der bewegliche Abschnitt 132 relativ zum stationären Abschnitt 131 bewegt werden kann. Am beweglichen Abschnitt 132 ist eine Vielzahl von Zähnen 132a vorgesehen, welche parallel zu den am stationären Abschnitt 131 vorgesehenen Zähnen 131a angeordnet sind, wobei die Zähne 132a in Positionen angeordnet sind, welche den mitten zwischen den benachbarten Zähnen 131a abweichen. In der Figur sind Anker 133 vorgesehen, welche an dem Substrat im oberen und unteren Bereich des beweglichen Abschnittes 132 befestigt sind. Zwischen dem Anker 133 und dem beweglichen Abschnitt 132 ist eine Haltefeder 134 vorgesehen, die in der Lage ist, den beweglichen Abschnitt 132 nur in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung zu bewegen. Im rechten unteren Bereich des stationären Abschnittes 131 ist eine Leitung 135 vorgesehen, die mit einem (nicht gezeigten) Anschluß zu verbinden ist. An dem unteren Halter ist eine Leitung 136 vorgesehen, die mit einem (nicht gezeigten) Anschluß zu verbinden ist. Diese Leitungen sind mittels Plattieren mit Ni gebildet.

Wenn eine Spannung zwischen den beiden Leitungen 135, 136 angelegt wird, dann wird eine elektrostatische Anziehungskraft zwischen den Zähnen 131a des stationären Abschnittes 131 und den Zähnen 132a des beweglichen Abschnittes 132 erzeugt. Infolge der obenge-

nannten Anziehungskraft wird der bewegliche Abschnitt 132 nach oben angezogen und in eine Position bewegt, bei der die Anziehungskraft und eine elastische Rückstellkraft der Haltefeder 134 ausgeglichen sind. Da ja die elektrostatische Anziehungskraft proportional zum Quadrat einer elektrischen Potentialdifferenz ist, wird der bewegliche Abschnitt 132 in der gleichen Richtung bewegt, unabhängig von der Polarität. Um jedoch den Einfluß von Rauschen zu verhindern, welches dazu neigt, ein auf dem beweglichen Abschnitt 132 (in der vorliegenden Erfindung der Dünnfilm-Magnetkopf) zu befestigendes Objekt zu beeinflussen, wird bevorzugt, daß der bewegliche Abschnitt 132 elektrisch geerdet ist.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß um das Auftreten eines Kurzschlusses zwischen den Zähnen 131a des stationären Abschnittes 131 und den Zähnen 132a des beweglichen Abschnittes 132 im Falle eines extrem hohen Spannungseingangs zu verhindern, ein Stopper 137 vorgesehen ist, der so ausgebildet ist, daß ein Zwischenraum zwischen einem Abschnitt des Ankers 133 und dem beweglichen Abschnitt 132 reduziert ist. Das elektrische Potential des Stoppers 137, d. h. das elektrische Potential des Ankers 133 ist das gleiche wie das des beweglichen Abschnittes 132, welcher elektrisch geerdet ist. Es werden deshalb keine Probleme verursacht, auch wenn der Stopper 137 in Kontakt mit dem beweglichen Abschnitt 132 kommt.

Mit Bezug auf die Fig. 17(a) bis 17(e) und die Fig. 18(a) bis 18(e) wird nachfolgend ein Verfahren zur Herstellung des elektrostatischen Stellantriebes gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert. Diese Ansichten sind Querschnittsansichten entlang einer Linie A-A in Fig. 16.

In den Fig. 17(a) bis 17(e) wird die Bearbeitung wie folgt durchgeführt.

(a) Ein Si-Substrat (dessen Kristallebenenindex gleich 100 ist), auf dessen beiden Seiten Thermooxidationsfilme  $\text{T-SiO}_2$  ausgebildet sind, wird verwendet.

(b) Nur von einem Bereich, wo der bewegliche Abschnitt 132, die Zähne 132a des beweglichen Abschnittes 132, die Zähne 131a des stationären Abschnittes 131 und die Haltefeder 134 gebildet werden, wird der Thermooxidationsfilm  $\text{T-SiO}_2$  auf der Substratoberfläche mittels Ionenabtrag entfernt.

(c) Ein als Opferschicht zu verwendender Al-Film wird auf der Substratoberfläche mittels Dampfauftrag oder Sputtern gebildet.

(d) Die Al-Opferschicht wird mittels Ionenabtrag von Bereichen mit Ausnahme des Bereiches, wo der Thermooxidationsfilm  $\text{T-SiO}_2$  entfernt worden ist, entfernt. In diesem Fall kann ein kleiner Zwischenraum in der Grenze zwischen der Al-Opferschicht und dem Thermooxidationsfilm gebildet werden.

(e) Eine Schicht aus Ni wird über der ganzen Oberfläche mittels Dampfauftrag oder Sputtern gebildet, so daß die Ni-Schicht als Keimschicht (engl.: seed layer) für das Plattieren verwendet werden kann. Diese Keimschicht wird in dem oben erwähnten Zwischenraum ausgebildet.

In den Fig. 18(a) bis 18(e) wird danach die Bearbeitung wie folgt durchgeführt.

(a) Ein Fotoresistlack wird so gemustert, daß er negative Muster bildet, welche zum Bilden des stationären Abschnittes 131, des beweglichen Ab-

schnittes 132, der Haltefeder 134, des Stoppers 137, des Ankers 133 und der Leiter 135, 136, die in Fig. 16 dargestellt sind, mittels Plattieren von Ni verwendet werden.

(b) Ein Bereich, auf welchem der Fotoresistlack nicht aufgetragen ist, wird mit Ni mittels Plattieren von Ni gefüllt.

(c) Der Fotoresistlack wird in einer Lösung entfernt.

(d) Die gesamte Oberfläche wird einem Ionenabtrag unterworfen, so daß der Bereich der Keimschicht, welcher nicht mit aufplattiertem Ni bedeckt ist, entfernt wird. Dieser Prozeß ist nicht auf einen Ionenabtrag über die gesamte Oberfläche begrenzt; vielmehr kann ein (nicht gezeigter) Fotoresist-Schutzlack der gleichen Form auf die durch Plattieren gebildete Ni-Schicht aufgemustert werden und dann dieser Prozeß durchgeführt werden.

(e) Wenn die Al-Opferschicht in einer Lösung aus KOH entfernt wird, wird der bewegliche Abschnitt 132 von dem Substrat getrennt, und der bewegliche Abschnitt kann relativ zum stationären Abschnitt bewegt werden. Da ja der Thermooxidationsfilm T-SiO<sub>2</sub> unter dem beweglichen Abschnitt 132 schon entfernt worden ist, wird das Si-Substrat in diesem Bereich aufgelöst, und die Lösung aus KOH dringt leicht ein, so daß die Ätzeit reduziert werden kann.

Fig. 19 ist eine Ansicht, welche eine andere Ausgestaltung des elektrostatischen Stellantriebes der vorliegenden Erfindung zeigt. Der Unterschied zwischen dieser Ausgestaltung und der in Fig. 16 gezeigten Ausgestaltung ist der, daß erste Zähne 131a und zweite Zähne 131b des stationären Abschnittes 131 auf beiden Seiten von Zähnen 132a des beweglichen Abschnittes 132 in regelmäßigen Abständen vorgesehen sind. Die ersten Zähne 131a und die zweiten Zähne 131b des stationären Abschnittes 131 sind gegeneinander durch die in der Figur gezeigte Isolierschicht 138 elektrisch isoliert. Es ist deshalb möglich, verschiedene Spannungen auf die ersten Zähne 131a bzw. die zweiten Zähne 131b des stationären Abschnittes 131 aufzubringen. Wenn eine Spannung auf die ersten Zähne 131a des stationären Abschnittes 131 unter der Bedingung aufgebracht wird, daß der bewegliche Abschnitt 132 elektrisch geerdet ist, wird der bewegliche Abschnitt 132 in der Zeichnung nach oben bewegt. Wenn eine Spannung auf die zweiten Zähne 131b des stationären Abschnittes 131 aufgebracht wird, wird der bewegliche Abschnitt 132 in der Figur nach unten bewegt. Infolge des Aufbaus dieser Ausgestaltung kann der bewegliche Abschnitt 132 in der Figur nach oben und nach unten bewegt werden. Deshalb kann der Bewegungshub auf das Zweifache des Hubes bei der in Fig. 16 gezeigten Ausgestaltung erhöht werden.

Die Fig. 20(a) bis 20(c) sind Diagramme, welche Beispiele von auf die ersten Zähne 131a und die zweiten Zähne 131b der stationären Komponente 131 der in Fig. 19 gezeigten Ausgestaltung auf gebrachter Spannung zeigen. Was die Richtung der Kraft F betrifft, so ist die Aufwärtsrichtung in der Figur als positive Richtung definiert. Fig. 20(a) ist ein Diagramm, welches einen Fall zeigt, bei welchem die positive Spannung V<sub>1</sub> auf die ersten Zähne 131a aufgebracht wird und wenn eine Aufwärtskraft erzeugt wird, und bei welchem die negative Spannung V<sub>2</sub> auf die zweiten Zähne 131b aufgebracht wird und wenn eine Abwärtskraft erzeugt wird. Fig. 20(b) ist ein Diagramm, welches einen Fall zeigt, bei

welchem die positive Spannung V<sub>1</sub> auf die ersten Zähne 131a aufgebracht wird und wenn eine Aufwärtskraft erzeugt wird, und bei welchem die positive Spannung V<sub>2</sub> auf die zweiten Zähne 131b aufgebracht wird und wenn eine Abwärtskraft erzeugt wird. Fig. 20(c) ist ein Diagramm, welches einen Fall zeigt, bei welchem eine Offsetspannung von 1/2 der Höchstspannung auf die ersten Zähne 131a und die zweiten Zähne 131b des stationären Abschnittes 131 aufgebracht wird und bei welchem Spannungen V<sub>1</sub> und V<sub>2</sub>, deren Phasen einander entgegengesetzt sind, überlagert werden, um die Einheit anzutreiben. Wenn V<sub>1</sub> und V<sub>2</sub> durch V<sub>1</sub> = V<sub>0</sub> + ΔV und V<sub>2</sub> = V<sub>0</sub> - ΔV ausgedrückt werden, wird der folgende Ausdruck gebildet

$$F_y \propto V_1^2 - V_2^2 = 4V_0\Delta V$$

Wie im oben stehenden Ausdruck gezeigt ist, ist die Kraft proportional zu ΔV, so daß sie leicht zu steuern ist. Das oben beschriebene Verfahren ist von Vorteil, da die Einheit allein durch eine einzige Energiequelle angetrieben werden kann und die Einheit unter der Bedingung angetrieben werden kann, daß der bewegliche Abschnitt elektrisch geerdet ist.

Soweit ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel betroffen ist, bei welchem der elektrostatische Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung angewendet wird, so kann der elektrostatische Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung in einen Antriebsabschnitt des Spurmeelementes oder des Lade-/Entlademechanismus des Kopfgleiters der Magnetplatteneinheit eingebaut werden. Ein Beispiel des Kopfgleiters ist in Fig. 21 gezeigt. Der Gleiter 110 ist in einer solchen Weise hergestellt, daß das Dünnfilm-Magnetkopfelement 124 vom horizontalen Typ, die Luftlagerflächenschicht 111 und der Gleiterkörper 112 in einer Reihe von Prozessen hergestellt und an die Kopfaufhängung 130 geklebt wird. Bei der Magnetplatteneinheit wird eine Such- und Positionieroperation der Kopfaufhängung, an welcher der Kopfgleiter 110 montiert ist, durch einen Schwingspulenmotor ausgeführt. Zusätzlich dazu ist ein Stellantrieb für kleine Stellschritte (in dieser Ausgestaltung ein Spurmeelement) am Kopfgleiter montiert und das Dünnfilm-Magnetkopfelement 124 wird in einem Hochfrequenzbandbereich gesteuert, so daß die Positioniergenauigkeit erhöht und die Aufnahmedichte verbessert werden kann.

Um Maschinenbearbeitungsvorgänge zum Zwecke einer Reduzierung der Herstellungskosten zu verringern, wie später beschrieben wird, sind gemäß der vorliegenden Erfindung der Horizontalkopf 124 (Planarkopf) und die Luftlagerflächenschicht 111 (SiO<sub>2</sub>) auf dem Substrat auf der Opferschicht gebildet; nachdem der Gleiterkörper 112 mittels Plattieren von Ni gebildet worden ist, wird die Opferschicht entfernt, so daß der Gleiter 110 vom Substrat getrennt wird. Weiter ist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Antriebsmechanismus 120 des elektrostatischen Stellantriebes vorgesehen, um den Elementabschnitt 124 im Kopfgleiter 110 in kleinen Schritten in der Spurrichtung anzutreiben.

Fig. 22 ist eine Querschnittsansicht, welche den Schnittaufbau des Kopfgleiters 110 gemäß der Erfindung zeigt. Auf dem Substrat 140 ist eine Opferschicht 141 aus Al vorgesehen, deren Form der Form der Luftlagerfläche entspricht. Ein Horizontalkopfelement 124 ist auf der Opferschicht 141 ausgebildet. Danach wird ein Film aus SiO<sub>2</sub>, welcher eine Luftlagerflächenschicht 111 werden wird, gebildet. Diese Oberfläche bildet eine

Luftlagerfläche zum Arbeitsmedium hin (in der Zeichnung nicht gezeigt). In Fig. 22 umfassen die mit 142 bezeichneten Schichten: Ein Kopfelement, eine Leitermusterschicht (Au) zum Verbinden jedes Bereiches des elektrostatischen Stellantriebes mit jedem Anschluß, eine Isolierschicht ( $\text{SiO}_2$ ) und eine Keimschicht (Ni) zum Plattieren von Ni. Ein beweglicher Abschnitt 143 des elektrostatischen Stellantriebes, ein stationärer Abschnitt 144 und eine Haltefeder werden oberhalb der Schicht 142 mittels Plattieren zusammen mit dem Gleiterkörper 112 und dem Anschluß 118 gebildet. Danach kann zusätzlich eine Plattierung ausgeführt werden, um die Steifigkeit des Gleiterkörpers mit Ausnahme des beweglichen Abschnittes 143 des Stellantriebes zu erhöhen. Dann wird auf der obersten Schicht eine Klebeschicht 145 aus Au gebildet und an die Kopfaufhängung 130 geklebt, wie in Fig. 21 gezeigt ist. Wenn die Opferschicht 141 in einer Lösung aus KOH aufgelöst wird, wird der Kopfgleiter 110 von dem Substrat 140 getrennt.

Die Spannung für das Wiedergabesignal der Magnetkopfeinrichtung ist in der Größenordnung von mV. Andererseits ist eine Spannung zum Antreiben des elektrostatischen Stellantriebes einige 10 Volt. Demzufolge besteht eine Möglichkeit, daß das Wiedergabesignal beeinträchtigt wird, wenn der Stellantrieb betrieben wird. Allerdings ist gemäß der vorliegenden Erfindung der bewegliche Abschnitt 143, auf welchem das Kopfelement 124 montiert ist, elektrisch geerdet, wie oben beschrieben wurde. Ferner kann ein Signalleiter zum Übertragen eines Signals vom Kopfelement 124 zum Anschluß 118 durch das unterhalb des beweglichen Abschnittes 143 angeordnete Leiternmuster durch die Isolierschicht hindurch angeordnet werden, und kann auch entlang der Haltefeder 134 (in den Fig. 16 und 19 gezeigt) angeordnet werden, welche den beweglichen Abschnitt 143 des Stellantriebes mit dem stationären Abschnitt 144 verbindet. Da die Haltefeder 134 auch geerdet ist, ist der Signalleiter abgeschirmt, so daß das Signal selten durch das Rauschen beeinträchtigt wird.

Mit dem elektrostatischen Stellantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Kraft zum Bewegen des beweglichen Abschnittes in der Richtung der Zahnbreite zu erzielen. Deshalb ist der Krafterzeugungswirkungsgrad des elektrostatischen Stellantriebes gemäß der Erfindung höher als der Krafterzeugungswirkungsgrad des elektrostatischen Stellantriebes gemäß dem Stand der Technik. Wenn dieser Stellantrieb auf dem Kopfgleiter montiert wird, kann der Kopfgleiter und der elektrostatische Stellantrieb in einem Körper integriert werden. Beim Herstellungsprozeß ist es nicht nötig, eine Maschinenbearbeitung auszuführen. Es ist möglich, einen Präzisionskopfgleiter zu schaffen, welcher in der Lage ist, den Kopf mit Genauigkeiten von weniger als einem Mikron über eine Strecke von 1  $\mu\text{m}$  zu positionieren.

Fig. 23 bis 26 sind Ansichten, welche eine Ausführung des Kopfgleiters zeigen, in welchen ein elektrostatischer Stellantrieb eingebaut ist, welcher in der Lage ist, in der Spurrichtung und in der Lade-/Entladerichtung zu wirken. Diese Ansichten sind zur Vereinfachung in der Dickenrichtung vergrößert dargestellt. Fig. 23 ist eine perspektivische Ansicht des Gleiters, wobei die Ansicht von der Luftlagerflächen- und der Oberseite her gesehen wird. Fig. 24 ist eine teilweise geschnittene Ansicht des in den Kopfgleiter eingebauten elektrostatischen Stellantriebes. Fig. 25 und 26 sind Ansichten in Richtung des Pfeiles A.

In diesen Ansichten bezeichnet die Bezugszahl 110

einen Kopfgleiter, die Bezugszahl 111 eine Luftlagerflächenschicht ( $\text{SiO}_2$ ), welche einem Aufnahmemedium gegenüberliegt; 112 einen Gleiterkörper (Ni); 115 eine Seitenschiene (Druckerzeugungspad); 117 eine Mittelschiene (Druckerzeugungspad); 118 jeweils Anschlüsse; 151 einen stationären Abschnitt; 152 einen beweglichen Abschnitt, in welchem ein Kopfelement vorgesehen ist; 153 einen Stopper; 154 eine Haltefeder zum Halten des beweglichen Abschnittes 152; 155 eine Isolierschicht; 156 eine Elektrode; 157 einen an den Seitenschienen 115 und der Mittelschiene 117 vorgesehenen Vorsprung, wobei der Vorsprung zur Seite des Aufnahmemediums hin vorspringt; und 158 eine Oberflächenschutzschicht (DLC).

In dieser Ausgestaltung ist der bewegliche Abschnitt 152 innerhalb eines Dreieckes angeordnet, welches aus drei Druckerzeugungspads 115, 117 gebildet wird. Der bewegliche Abschnitt 152 wird von der Haltefeder 154 so gehalten, daß der bewegliche Abschnitt 152 in der Querrichtung X (der Spurrichtung) gegenüber dem stationären Abschnitt 151 verstellt werden kann, und ferner so, daß der bewegliche Abschnitt 152 in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung Z (der Lade- und Entladerichtung) verstellt werden kann. In der gleichen Weise wie bei der in Fig. 16 gezeigten Ausgestaltung haben der stationäre Abschnitt 151 und der bewegliche Abschnitt 152 jeweils eine Vielzahl von parallelen Zähnen 151a und 152a. Die Zähne 152a des beweglichen Abschnittes sind in Positionen angeordnet, die jeweils von der Mitte zwischen den benachbarten beiden Zähnen 151a des stationären Abschnittes abweichen. Wenn eine Spannung zwischen dem beweglichen und dem stationären Abschnitt angelegt wird (der bewegliche Abschnitt 152 ist geerdet), dann wird der bewegliche Abschnitt 152 gegenüber dem stationären Abschnitt 151 in der X-Richtung in eine Position verstellt, bei der die elektrostatische Anziehungskraft und eine elastische Kraft der Haltefeder 154 ausgeglichen sind.

Wie in Fig. 24 gezeigt ist, ist das am beweglichen Abschnitt 152 vorgesehene Kopfelement 152b so exponiert, daß es einer Oberfläche des Aufzeichnungsmediums (nicht gezeigt) gegenüberliegt. Andererseits ist bei einem Stellantrieb, welcher einen von dem Kopfelement 152b abweichenden Teil des beweglichen Abschnittes 152 umfaßt, der stationäre Abschnitt 151 und die Haltefeder 154 durch einen Abdeckabschnitt 151b des Gleiterkörpers abgedeckt. Deshalb wird verhindert, daß der Stellantrieb zur Oberfläche des Aufnahmemediums hin exponiert ist. Auf diese Weise wird verhindert, daß der Stellantrieb unerwartet mit dem Aufnahmemedium in Berührung kommt.

Wenn eine Spannung an die Elektrode 156 angelegt wird, die in dem einem flachen Bereich des beweglichen Abschnittes gegenüberliegenden stationären Abschnitt vorgesehen ist, wird der bewegliche Abschnitt 152 um einen sehr kleinen Abstand in der Z-Richtung durch eine elektrostatische Anziehungskraft verstellt, die auf den beweglichen Abschnitt 152 wirkt und die einer Kraft der Haltefeder 154 entgegenwirkt. Demzufolge trägt die Kopfaufhängung 154 auch den beweglichen Abschnitt 152, so daß der bewegliche Abschnitt in der Z-Richtung verstellt werden kann.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß in der in Fig. 25 gezeigten Ausgestaltung die Vorsprünge 157 aus oberflächenschmierendem Material gebildet sind, wie etwa diamantartiger Kohle (DLC), so daß die Schmiereigenschaft zwischen dem Kopfgleiter 110 und dem Aufnahmemedium verbessert werden kann. Bei der in

Fig. 26 gezeigten Ausgestaltung sind die Vorsprünge 157 als Bereiche der Schwebefläschenschicht 111 ( $\text{SiO}_2$ ) gebildet, und die gesamte Luftlagerflächenschicht 111, welche diese Vorsprünge 157 enthält, ist mit der oberflächenschmierenden Schicht 158 (DLC) überdeckt.

Wie in Fig. 23 gezeigt ist, ist bei dieser Ausgestaltung die Form des Gleiterkörpers zu einem Polygonalprisma geformt, welches stumpfwinklige Abschnitte aufweist. Der Zweck ist die Gewichtsreduzierung durch Entfernen nicht erforderlicher Teile von den beiden Seiten des mittleren Druckerzeugungspads, welches in einem rechtwinkligen Quaderkörper angeordnet ist. Wenn die nicht erforderlichen Teile von den beiden Seiten des mittleren Druckerzeugungspads entfernt worden sind, kann die Möglichkeit einer Kollision des Kopfgleiters mit dem Aufnahmemedium für den Fall einer Rollbewegung oder Kippbewegung des Kopfgleiters reduziert werden. Wenn ferner der äußere Umfang des Gleiters und die Druckerzeugungspads abgefast werden, wird das Aufnahmemedium sogar im Falle einer Kollision des Kopfgleiters mit dem Aufnahmemedium selten beschädigt. In diesem Fall ist die abgefaste Fläche nicht auf eine R-Fläche (abgerundete Oberfläche) beschränkt. Wenn die abgefaste Fläche zu einer C-Fläche (abgeschrägte Oberfläche) geformt wird, kann ein ähnlicher Effekt erreicht werden.

Wenn der Kopfgleiter gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wird, ist es nicht erforderlich, eine Maschinenbearbeitung durchzuführen. Der Kopfgleiter gemäß der vorliegenden Erfindung wird durch den auf Fotolithographie basierenden Prozeß hergestellt. Demzufolge ist es möglich, die zuvor beschriebene komplizierte Form ohne Erhöhung der für die Fabrikation erforderlichen Zeit und Kosten herzustellen.

Dies ist eine Ausgestaltung, bei welcher der Spurverstellantrieb, der zum Antreiben in der Lade- und Entladung bestimmten Stellantrieb und der Lese-/Schreibkopf (Induktivkopf) auf dem Kopfgleiter montiert sind. Zwei elektrostatische Stellantriebe erfordern drei Anschlüsse, während die beweglichen Abschnitte auf einem gemeinsamen elektrischen Potential gehalten werden, d. h. die beweglichen Abschnitte sind geerdet, und der Kopf erfordert zwei Anschlüsse. In dieser Ausgestaltung wird das elektrische Potential des beweglichen Abschnittes des Stellantriebes auf dem gleichen elektrischen Potential wie dem des Gleiterkörpers gehalten, so daß der Gleiterkörper als ein Anschluß verwendet wird; der bewegliche Abschnitt wird mit dem Leiternmuster an der Kopfaufhängung zusammen mit den in der Zeichnung gezeigten vier Anschlüssen verbunden.

In der bevorzugten Ausgestaltung hat, wie in Fig. 23 gezeigt ist, der Kopfgleiter 110 eine im wesentlichen polygonale Form derart, daß das Vorlaufende desselben an den jeweiligen Seiten mit abgeschrägten oder stumpfwinkligen Bereichen versehen ist, d. h. die Breite des Kopfgleiters 110 ist in der horizontalen Oberfläche nach und nach zum Vorlaufende hin reduziert. So wird verhindert, daß der Kopfgleiter 110 mit dem Aufnahmemedium (nicht gezeigt) in Kontakt kommt. Derartige stumpfwinklige Bereiche können jedoch in allen anderen Bereichen des Kopfgleiters 110 vorgesehen werden, abhängig von der Anordnung der Vorsprünge 157. Wenn beispielsweise ein Kopfgleiter 110 zwei Seitenschienen 115 an den Vorlaufenden und eine einzige Mittelschiene 117 am Nachlaufende hätte, würden die abgeschrägten oder stumpfwinkligen Bereiche an den jeweiligen Seiten des Nachlaufendes vorgesehen sein.

Fig. 27(a) bis 27(d) sind Ansichten, die eine Ausgestaltung des Kopfgleiters zeigen, bei welchem piezoelektrisches Material für den Antriebsabschnitt verwendet wird. Es ist ein Mechanismus 120 zum Antreiben des Kopfes um einen sehr kleinen Abstand in einem Abschnitt des Gleiters vorgesehen. Der Kopfantriebsabschnitt 120 ist in der Form eines Auslegers so angebracht, daß der an dem Ende (dem Kopfmontageabschnitt 122) angebrachte Kopf 124 gehalten werden kann. Ein aus ZnO oder PZT hergestellter piezoelektrischer Film wird auf den Ausleger aufgebracht. Wenn demnach der piezoelektrische Film um eine äußerst kleine Distanz verstellt wird, kann der Kopf bewegt werden.

In diesem Ball steht der Kopfantriebsabschnitt 120 nicht von der Luftlagerfläche vor, d. h. der Kopfantriebsabschnitt 120 ist auf einer oberen Oberflächenseite des Luftlagerabschnittes angeordnet. Ein Magnetspol 124 des Kopfes 124 steht nur zu einem Teil über die Luftlagerfläche. In diesem Teil wird das (nicht gezeigte) Aufnahmemedium der Lese- und Schreiboperation unterworfen.

Als nächstes wird der Antriebsabschnitt 120 zum Verstellen des Kopfes erläutert. Wie zuvor beschrieben wurde, wird ein dünner Film des piezoelektrischen Elementes 124 auf den Elementmontageabschnitt 122 des Auslegers zum Halten des Kopfes aufgetragen.

Fig. 27(d) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die den Ausleger des Antriebsabschnittes 120 zeigt. Mit der Bezugszahl 161 ist eine Opferschicht (Al) bezeichnet, die in dem nachfolgenden Prozeß entfernt werden soll; mit 162 ein Kohlefilm; mit 163 eine Kopfverdrahtung; mit 164 ein Schild; mit 165 eine untere Elektrode für die Piezoelektrizität; mit 166 eine ZnO-Schicht, die für einen piezoelektrischen Dünnsfilm verwendet wird; mit 167 eine  $\text{SiO}_2$ -Schicht; mit 168 eine obere Elektrode für die Piezoelektrizität und mit 169 eine obere Schutzschicht ( $\text{SiO}_2$ ).

Wie in der Zeichnung gezeigt ist, ist die obere Elektrode 168 bezüglich der Mitte in zwei Abschnitte 168a, 168b geteilt. Unter der Bedingung, daß die untere piezoelektrische Elektrode 165 geerdet ist, wenn eine Spannung, deren Phasen zueinander entgegengesetzt sind, an eine Elektrode 168a bzw. die andere Elektrode 168b angelegt wird, werden äußerst kleine Verschiebungen, deren Phasen zueinander entgegengesetzt sind, im rechten und im linken Bereich des Auslegers erzeugt. Infolge des vorstehend Beschriebenen wird der Kopf 124 um eine äußerst kleine Distanz in der Richtung eines Pfeiles in Fig. 27(b) ausgelenkt.

Es ist möglich, PZT für den piezoelektrischen Dünnsfilm 166 zu verwenden, obwohl in dieser Ausgestaltung ein Film aus ZnO verwendet wird. Durch den ZnO-Film gegebene Vorteile werden nachfolgend beschrieben.

(1) Es ist möglich, einen stabilen Film für die Ausrichtung mittels Sputtern zu schaffen.

(2) Im Vergleich mit PZT ist es möglich, einen Film bei einer niedrigen Temperatur zu bilden. Im Falle von PZT ist die Film-Normalisierungstemperatur  $600^\circ\text{C}$ , und im Falle von ZnO ist es nicht erforderlich, den Film oberhalb  $200^\circ\text{C}$  zu normalisieren;

(3) deshalb ist es anders als im Falle von PZT nicht erforderlich, eine Polarisationsbehandlung auszuführen; und

(4) ein Film aus ZnO wurde für einen auf dem Markt erhältlichen SAW-Filter verwendet, und deshalb ist die Zuverlässigkeit hoch.

Nachteile des ZnO-Films sind nachfolgend beschrieben.

- (1) Die piezoelektrische Konstante von ZnO ist niedriger als die von PZT; und
- (2) ZnO ist leicht in Säure oder Alkali lösbar. Da der Dünnschicht aus ZnO leicht in Säure oder Alkali lösbar ist, wird der folgende Prozeß gewählt. Um die Auflösung des Dünnschichtes aus ZnO im Falle des Ätzens der Opferschicht 161 (Al) zu verhindern, wie in Fig. 27(d) dargestellt ist, wird es bevorzugt, den ZnO-Film 166 mit dem Elektrodenmaterial 165 und 168 und mit dem SiO<sub>2</sub> 167 abzudecken.

Fig. 28 ist eine Ansicht, die eine andere Ausgestaltung des Antriebsabschnittes zeigt, bei welchem piezoelektrisches Material verwendet wird. In dieser Ausgestaltung ist der piezoelektrische Dünnschicht 166 mit dem Film 169 aus SiO<sub>2</sub> von der Außenseite der Elektroden 165, 168 abgedeckt. Wenn äußerst kleine Poren auf dem piezoelektrischen Dünnschicht 166 existieren, besteht eine Möglichkeit eines dielektrischen Zusammenbruchs zwischen der oberen bzw. der unteren Elektrode 165 bzw. 168. Deshalb ist es wie bei der in Fig. 27(a) gezeigten Ausgestaltung oder der hier diskutierten Ausgestaltung zu bevorzugen, einen einen dielektrischen Zusammenbruch verhindernden Film 167 aus SiO<sub>2</sub>, welcher dünner als der piezoelektrische Film 166 ist, auf der oberen oder unteren Oberfläche des piezoelektrischen Dünnschichtes 166 und innerhalb der Elektroden 165 und 168 vorzusehen. Je schmaler die Breite des durch den piezoelektrischen Film 166 gebildeten Auslegers des Antriebsabschnittes ist, umso mehr wird die Auslenkung erhöht. Und wenn die Dicke des Dünnschichtes 166 aus ZnO klein ist, dann wird die Intensität des elektrischen Feldes bezogen auf die zugeführte Spannung erhöht, so daß die Auslenkung erhöht wird. Vom Gesichtspunkt einer Verhütung eines dielektrischen Zusammenbruchs sollte allerdings das Maximum der zugeführten Spannung  $\pm 50$  V sein.

Die Dimensionen wie beispielsweise Auslegerbreite und Filmdicke sind abhängig von der Resonanzfrequenz des Auslegers. Allgemein gilt, daß dann, wenn der Ausleger schmal oder die Filmdicke klein gemacht werden, die Resonanzfrequenz niedrig ist. Demzufolge sind die Dimensionen durch die zuvor erwähnte Auslenkung und die Resonanzfrequenz beschränkt.

Als ein Verfahren zur Aufrechterhaltung der Steifigkeit des Auslegers in der Schwerkraft, während die Auslenkung minimal gehalten werden soll, ist es möglich, einen prismenförmigen Träger in der Mitte der Auslegerbreite vorzusehen. So eine Ausgestaltung ist in Fig. 29 gezeigt. Da der prismenförmige Träger 170 nur in der Mitte der Auslegerbreite vorgesehen ist, ist die Bewegung in der Spurrichtung (der Richtung des Pfeiles X in Fig. 29) relativ wenig blockiert, obwohl die Steifigkeit in der Schwerkraft (der Richtung des Pfeiles Z in Fig. 29) erheblich verbessert ist.

In dem in den Fig. 27 bis 29 gezeigten Antriebsabschnitt, bei welchem der piezoelektrische Film verwendet wird, kann dann, wenn eine Spannung, deren Phasen zueinander entgegengesetzt sind, auf die geteilten beiden oberen Elektroden 168a bzw. 168b aufgebracht wird, eine Bewegung durch Auslenkung des Kopfes 124 in der Spurrichtung (X) um eine äußerst kleine Distanz ausgeführt werden. Wenn andererseits Spannungen, deren Phasen gleich sind, auf die geteilten oberen Elektroden 168a und 168b aufgebracht werden, ist es auch mög-

lich, den Kopf 124 in der Flugrichtung (Z) um eine äußerst kleine Distanz zu verschieben.

Fig. 30(a) und 30(b) sind Ansichten, die einen Kopf zeigen, welcher in der Spurrichtung (X) um eine äußerst kleine Distanz ausgelenkt worden ist. Fig. 31(a) und 31(b) sind Ansichten, welche das Betriebsprinzip zum Auslenken des Kopfes in der Flugrichtung (Z) zeigen. In dem in den Fig. 31(a) und 31(b) gezeigten Fall sind die Filmdicke der oberen Schicht 171 und die Filmdicke der unteren Schicht 172 unterschiedlich, wobei der ZnO-Dünnschicht 166 zwischen der oberen Schicht 171 und der unteren Schicht 172 angeordnet ist. Deshalb fällt die neutrale Achse nicht mit der Mitte des piezoelektrischen Films auf dem den piezoelektrischen Film enthaltenden Abschnitt zusammen, vielmehr ist die neutrale Achse nach oben verschoben. Wenn der piezoelektrische Film bei dem oben beschriebenen Aufbau ausgedehnt oder zusammengezogen wird, wird der Ausleger in der Richtung Z gebogen, so daß eine vorgegebene Auslenkung für die Z-Richtung (der Lade- und Entladrichtung) vorgesehen werden kann. Auch wenn die Filmdicke der oberen Schicht 171 und die Filmdicke der unteren Schicht 172 gleich sind, ist es dann, wenn der prismenförmige Träger wie in Fig. 29 befestigt ist, möglich, den Effekt eines Verschiebens der neutralen Achse nach oben zu erreichen. Bei der tatsächlichen Antriebsoperation wird bevorzugt, sowohl die Spurkorrektur als auch die Lade-/Entladefreiraum-Korrektur durchzuführen. Es sei bemerkt, daß in den Fig. 30(a), 30(b), 31(a) und 31(b) die Auslenkung des Auslegers für die Vereinfachung der Erläuterung erheblich übertrieben worden ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den Aufbau des Kopfgleiters und den Herstellungsprozeß zu vereinfachen. Ferner ist es möglich, das Kopfelement leicht in den Spurmehanismus oder den Lade-/Entlademechanismus zu inkorporieren. Infolgedessen ist es möglich, einen Dünnschicht-Magnetkopfgleiter hoher Leistung und geringer Kosten zu schaffen. Es ist auch möglich, die Informationsdichte eines Aufnahmemediums zu verbessern.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Dünnschicht-Magnetkopfgleiters mit einer Mediumgegenfläche, welche dazu ausgelegt ist, einem Aufnahmemedium gegenüber angeordnet zu sein, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

Anordnen eines Gleitermaterials auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer Opferschicht auf dem Substrat, wobei die Oberfläche des Substrates oder die Oberfläche der Opferschicht zuvor mit einer besonderen Form zum Ausbilden der Mediumgegenfläche gebildet wird; Bilden des Gleiters auf dieser Oberfläche des Substrates oder auf der Oberfläche der Opferschicht; und

Entfernen des Substrates oder der Opferschicht und des Substrates von dem Gleiter.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte zum Formen des Gleiters die folgenden Schritte umfassen:

Bilden einer Luftlagerschicht auf der Oberfläche des Substrates oder auf der Oberfläche der Opferschicht; und

Bilden eines Gleiterkörpers und einer Vielzahl von Anschlüssen jeweils aus einem elektrisch leitfähigen

gen Material auf der Luftlagerschicht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem die Vielzahl von Anschlüssen in einem zentralen Bereich des Gleiters angeordnet und der Gleiterkörper in einem peripheren Bereich um die Vielzahl der Anschlüsse herum angeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem zwischen der Vielzahl von Anschlüssen und zwischen diesen Anschlüssen und dem Gleiterkörper Spalte ausgebildet sind und diese Spalte mit einem Isoliermaterial gefüllt sind.

5. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem der Gleiterkörper und die Vielzahl von Anschlüssen gleichzeitig durch Plattieren gebildet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der Gleiter auf einer Kopfaufhängung montiert wird, die aus einer Blattfeder gemacht ist, und wobei dann das Substrat oder diese Opferschicht und das Substrat von dem Gleiter entfernt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei welchem sowohl der Gleiterkörper als auch die Vielzahl von Anschlüssen auf die Kopfaufhängung geklebt werden, um den Gleiter an der Kopfaufhängung zu befestigen.

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei welchem die Kopfaufhängung erste und zweite einander abgewandte Oberflächen hat, wobei der Gleiterkörper auf die erste Oberfläche der Kopfaufhängung geklebt wird, um den Gleiter an der Kopfaufhängung zu montieren, und wobei andererseits die Vielzahl von Anschlüssen mit der zweiten, abgewandten Oberfläche der Kopfaufhängung drahtverbunden ist.

9. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem die Luftlagerflächenschicht aus einer Gruppe ausgewählt ist, die  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und Kohlenstoff umfaßt, und bei welchem das leitfähige Material zum Bilden des Gleiterkörpers und der Vielzahl von Anschlüssen aus einer Gruppe gewählt ist, die Ni, NiFe, Au und Cu umfaßt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der Gleiter eine im wesentlichen polygonale Form hat, wenn man ihn von der Seite der Mediumgegenfläche her betrachtet, so daß ein Vorlaufende dieser polygonalen Form an den jeweiligen Seiten derselben mit stumpfwinkligen Bereichen versehen ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei welchem der Gleiter eine Länge von etwa 0,8 mm oder unter 0,8 mm entlang der Bewegungsrichtung des Aufnahmemediums aufweist.

12. Verfahren zum Herstellen eines Dünnfilm-Magnetkopfgleiters mit einer Mediumgegenfläche, welche dazu ausgelegt ist, einem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

Bilden einer Opferschicht auf einem Substrat in einer solchen Weise, daß diese Opferschicht eine Oberfläche hat, einschließlich Schritten zum Bilden der Mediumgegenfläche so, daß wenigstens eine Schiene vorgesehen ist;

Vorsehen eines Gleitermaterials auf der Oberfläche der Opferschicht; und  
Entfernen der Opferschicht und des Substrates von dem Gleiter.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei welchem die wenigstens eine Schiene abgeschrägte Abschnitte an einer Vorlaufseite des Gleiters hat, und bei welchem die Dicke der Opferschicht oder einer Unter-

schicht derselben nach und nach in bestimmten Bereichen derselben vergrößert wird, die den abgeschrägten Abschnitten der Schienen entsprechen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei welchem die Dicke der Opferschicht oder der Unterschicht derselben nach und nach durch Trockenätzen dieser Opferschicht oder dieser Unterschicht unter Verwendung einer Maske vergrößert wird, die aus einem abgeschrägten Fotoresistlack besteht.

15. Verfahren nach Anspruch 13, bei welchem die Dicke der Opferschicht oder der Unterschicht derselben nach und nach durch Bildung eines abgeschrägten Fotoresistlackes oder Polyimids und Härten desselben gebildet wird.

16. Dünnfilm-Magnetkopfgleiter, welcher dazu ausgelegt ist, einem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden, umfassend: einen auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer auf einem Substrat vorgesehenen Opferschicht vorgesehenen Gleiterkörper, wobei das Substrat oder die Opferschicht und das Substrat vom Gleiterkörper getrennt sind; einen von einem stationären Abschnitt des Gleiterkörpers gehaltenen Spurmechanismus derart, daß ein beweglicher Abschnitt, welcher ein Teil des Gleiterkörpers ist, in einer Spurrichtung annähernd senkrecht zu der Bewegungsrichtung des Aufnahmemediums bewegt werden kann; und wenigstens einen magnetischen Gegenpol eines Dünnfilm-Magnetkopfelementes, welcher dazu ausgelegt ist, dem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden und welcher in einem beweglichen Abschnitt des Spurmechanismus vorgesehen ist.

17. Kopfgleiter nach Anspruch 16, bei welchem drei Druckerzeugungspads auf einer dem Aufnahmemedium gegenüberliegenden Oberfläche des Gleiterkörpers vorgesehen sind, und bei welchem der bewegliche Abschnitt innerhalb eines Dreieckes angeordnet ist, welches aus den drei Druckerzeugungspads gebildet wird.

18. Kopfgleiter nach Anspruch 16, bei welchem der bewegliche Abschnitt vom stationären Abschnitt über wenigstens eine Haltefeder gehalten wird, wobei der Kopfgleiter ferner einen Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Antreiben des beweglichen Abschnittes gegenüber dem stationären Abschnitt gegen die elastische Kraft der Haltefeder durch eine elektrostatische Antriebskraft umfaßt, die zwischen den einander gegenüberliegenden Oberflächen des beweglichen und des stationären Abschnittes wirkt, wenn eine Spannung zwischen den einander gegenüberliegenden Flächen angelegt wird.

19. Kopfgleiter nach Anspruch 18, umfassend: einen stationären Abschnitt mit einer Vielzahl von zueinander parallelen Zähnen; einen beweglichen Abschnitt mit einer Vielzahl von zu den Zähnen des stationären Abschnittes parallelen Zähnen;

die Haltefeder zum Halten des beweglichen Abschnittes derart, daß der bewegliche Abschnitt gegenüber dem stationären Abschnitt in Richtung der Zahnbreite bewegt werden kann; und

den Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Bewegen des beweglichen Abschnittes in eine Position, bei der eine elektrostatische Anziehungskraft in Richtung der Zahnbreite, die erzeugt wird, wenn

eine Spannung zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes und denen des beweglichen Abschnittes angelegt wird, durch die elastische Kraft der Haltefeder ausgeglichen wird.

20. Kopfgleiter nach Anspruch 19, bei welchem die Vielzahl von Zähnen des stationären Abschnittes und die des beweglichen Abschnittes jeweils in gleichmäßigen Abständen angeordnet sind, und bei welchem die Zähne des beweglichen Abschnittes von den jeweiligen mittlen zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes unter einer Bedingung, daß keine Spannung angelegt ist, abweichen.

21. Kopfgleiter nach Anspruch 20, bei welchem das Verhältnis der Abstände von den Zähnen des beweglichen Abschnittes zu den benachbarten beiden Zähnen des stationären Abschnittes jeweils annähernd 1,2 bis 10 ist.

22. Kopfgleiter nach Anspruch 19, bei welchem der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von zueinander parallelen ersten Zähnen und eine Vielzahl von zu den ersten Zähnen parallelen zweiten Zähnen umfaßt, bei welchem die ersten und die zweiten Zähne gegeneinander isoliert sind; und bei welchem die Vielzahl der am beweglichen Abschnitt vorgesehenen Zähne parallel zwischen den ersten und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angeordnet sind und Kräfte abwechselnd in zueinander entgegengesetzten Richtungen erzeugt werden, oder Kräfte gleichzeitig in einander entgegengesetzten Richtungen und miteinander zusammenwirkend in Richtung der Zahnbreite erzeugt werden, wenn eine Spannung zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes und auch zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angelegt wird.

23. Kopfgleiter nach Anspruch 22, bei welchem der bewegliche Abschnitt elektrisch geerdet ist.

24. Kopfgleiter nach Anspruch 22, bei welchem eine Spannung wahlweise zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes und zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes entsprechend der Richtung, in die der bewegliche Abschnitt bewegt werden soll, angelegt wird.

25. Kopfgleiter nach Anspruch 22, bei welchem Offsetspannungen von  $1/2$  einer Maximalspannung zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes bzw. zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angelegt werden und bei welchem Spannungen, deren Phasen zueinander entgegengesetzt sind, jeweils zwischen diesen addiert werden.

26. Kopfgleiter nach Anspruch 19, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder aus dem gleichen Metall hergestellt sind.

27. Kopfgleiter nach Anspruch 26, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder durch Füllen des gleichen Metalls in ein Negativmuster gebildet werden.

28. Kopfgleiter nach Anspruch 27, bei welchem das Negativmuster aus lichtempfindlichem Harz hergestellt ist, und bei welchem eine Metallplattierung in das aus lichtempfindlichem Harz gefertigte Negativmuster hinein ausgeführt wird derart, daß der

stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder gebildet werden.

29. Kopfgleiter nach Anspruch 26, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Kopfaufhängung durch Ätzen eines gleichmäßig ausgebildeten metallischen Films gebildet werden.

30. Kopfgleiter nach Anspruch 19, bei welchem der bewegliche Abschnitt eine Vielzahl zueinander paralleler erster Zähne und eine Vielzahl von zu den ersten Zähnen parallelen zweiten Zähnen aufweist, wobei die ersten und die zweiten Zähne gegeneinander isoliert sind; und bei welchem der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von Zähnen aufweist, wobei die am stationären Abschnitt vorgesehenen Zähne parallel zwischen den ersten und den zweiten Zähnen des beweglichen Abschnittes angeordnet sind und Kräfte abwechselnd in zueinander entgegengesetzten Richtungen erzeugt werden, oder Kräfte gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen und miteinander zusammenwirkend in Richtung der Zahnbreite erzeugt werden, wenn eine Spannung zwischen dem stationären Abschnitt und den ersten Zähnen des beweglichen Abschnittes angelegt wird und auch wenn eine Spannung zwischen dem stationären Abschnitt und den zweiten Zähnen des beweglichen Abschnittes angelegt wird.

31. Kopfgleiter nach Anspruch 18, bei welchem ein Leitungsdraht des Dünnfilm-Magnetkopfes entlang der Haltefeder vorgesehen ist.

32. Kopfgleiter nach Anspruch 18, bei welchem ein Leitungsdraht des Dünnfilm-Magnetkopfes von der Haltefeder nach außen gezogen ist.

33. Kopfgleiter nach Anspruch 18, bei welchem ein Stopper zum Begrenzen der Bewegung des beweglichen Abschnittes vorgesehen ist, und ein elektrisches Potential des Stoppers das gleiche wie das des beweglichen Abschnittes ist, so daß ein elektrischer Kurzschluß zwischen dem beweglichen und dem stationären Abschnitt verhindert werden kann.

34. Kopfgleiter nach Anspruch 18, bei welchem wenigstens ein dem Aufnahmemedium gegenüberliegender Magnetpol des Dünnfilm-Magnetkopfelementes von einer dem Aufnahmemedium gegenüberliegenden Fläche des Gleiterfilms vorsteht oder alternativ dazu unter der Bedingung vorsteht, daß die Elektrode mit einer Schutzschicht überdeckt ist, und bei welchem andererseits der Antriebskrafterzeugungsabschnitt nicht von der dem Aufnahmemedium gegenüberliegenden Fläche vorsteht.

35. Kopfgleiter nach Anspruch 16, bei welchem ein Antriebsmechanismus zum Antreiben des beweglichen Abschnittes gegenüber dem stationären Abschnitt aus einem piezoelektrischen Element gebildet ist.

36. Kopfgleiter nach Anspruch 35, bei welchem das piezoelektrische Element so zusammengesetzt ist, daß ein piezoelektrischer Film zwischen oberen und unteren Elektrodenschichten angeordnet ist, die an beiden Seiten in einer Schieberichtung bezüglich des Aufnahmemediums vorgesehen sind.

37. Kopfgleiter nach Anspruch 36, bei welchem ein piezoelektrischer Film und ein Isolierfilm zwischen den oberen und den unteren Elektrodenschichten angeordnet sind.



38. Kopfgleiter nach Anspruch 36, bei welchem entweder die obere oder die untere Elektrodenschicht in zwei Teile geteilt ist, und bei welchem Spannungen, deren Phasen zueinander entgegengesetzt sind, an diese geteilten Elektroden angelegt werden. 5
39. Kopfgleiter nach Anspruch 35, bei welchem das piezoelektrische Element aus ZnO oder PZT hergestellt ist.
40. Kopfgleiter nach Anspruch 36, bei welchem der zwischen den oberen und den unteren Elektroden-schichten angeordnete piezoelektrische Film nicht symmetrisch bezüglich einer Aufwärts- und Abwärtsrichtung ist. 10
41. Kopfgleiter nach Anspruch 36, bei welchem ein kissenförmiger Träger auf einer Rückseite des piezoelektrischen Elementes angeordnet ist. 15
42. Kopfgleiter nach Anspruch 41, bei welchem der kissenförmige Träger aus Metall, wie etwa Cu oder Ni, hergestellt ist. 20
43. Kopfgleiter nach Anspruch 35, bei welchem das gesamte piezoelektrische Element mit einem Isoliermaterial überdeckt ist.
44. Dünnschicht-Magnetkopfgleiter, welcher dazu ausgelegt ist, einem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden, umfassend: 25
- einen Gleiterfilmkörper, welcher auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer auf einem Substrat angeordneten Opferschicht angeordnet ist, wobei das Substrat oder die Opferschicht und das Substrat von dem Gleiterkörper getrennt sind; 30
- ein Lade- und Entlademechanismus, welcher von einem stationären Abschnitt des Gleiterfilmkörpers so gehalten wird, daß ein beweglicher Abschnitt, welcher ein Teil des Gleiterkörpers ist, in einer Lade- und Entladerichtung bewegt werden kann, in welcher der bewegliche Abschnitt des Gleiterkörpers sich einem Aufnahmemedium nähert oder sich von diesem entfernt; und 40
- wenigstens einen magnetischen Gegenpol eines Dünnschicht-Magnetkopfelementes, welcher dazu ausgelegt ist, dem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden und welcher in einem beweglichen Abschnitt des Lade- und Entlademechanismus vorgesehen ist. 45
45. Kopfgleiter nach Anspruch 44, bei welchem drei Druckerzeugungspads auf einer dem Aufnahmemedium gegenüberliegenden Oberfläche des Gleiterkörpers vorgesehen sind, und bei welchem der bewegliche Abschnitt innerhalb eines Dreiecks angeordnet ist, welches aus den drei Druckerzeugungspads gebildet wird. 50
46. Kopfgleiter nach Anspruch 44, bei welchem der bewegliche Abschnitt vom stationären Abschnitt über wenigstens eine Haltefeder gehalten wird, wobei der Kopfgleiter ferner einen Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Antreiben des beweglichen Abschnittes gegenüber dem stationären Abschnitt gegen eine elastische Kraft der Haltefeder durch eine elektrostatische Anziehungskraft umfaßt, die zwischen den einander gegenüberliegenden Oberflächen des beweglichen und des stationären Abschnittes wirkt, wenn eine Spannung zwischen den einander gegenüberliegenden Oberflächen angelegt wird. 60
47. Kopfgleiter nach Anspruch 46, umfassend: einen stationären Abschnitt mit einer Vielzahl von 65

- zueinander parallelen Zähnen; einen beweglichen Abschnitt mit einer Vielzahl von zu den Zähnen des stationären Abschnittes parallelen Zähnen; die Haltefeder zum Halten des beweglichen Abschnittes derart, daß der bewegliche Abschnitt bezüglich des stationären Abschnittes in Richtung der Zahnbreite bewegt werden kann; und den Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Bewegen des beweglichen Abschnittes in eine Position, bei der eine elektrostatische Anziehungskraft in Richtung der Zahnbreite, die erzeugt wird, wenn eine Spannung zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes und denen des beweglichen Abschnittes angelegt wird, durch die elastische Kraft der Haltefeder ausgeglichen wird.
48. Kopfgleiter nach Anspruch 47, bei welchem die Vielzahl von Zähnen des stationären Abschnittes und die des beweglichen Abschnittes jeweils in gleichmäßigen Abständen angeordnet sind, und bei welchem die Zähne des beweglichen Abschnittes von den jeweiligen Mitten zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes unter einer Bedingung, bei der keine Spannung aufgeprägt wird, abweichen.
49. Kopfgleiter nach Anspruch 48, bei welchem das Verhältnis der Abstände von den Zähnen des beweglichen Abschnittes zu den benachbarten beiden Zähnen des stationären Abschnittes jeweils annähernd 1,2 bis 10 ist.
50. Kopfgleiter nach Anspruch 47, bei welchem der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von zueinander parallelen ersten Zähnen und eine Vielzahl von zu den ersten Zähnen parallelen zweiten Zähnen umfaßt, wobei die ersten und die zweiten Zähne gegeneinander isoliert sind; und bei welchem die Vielzahl von am beweglichen Abschnitt angeordneten Zähnen parallel zwischen den ersten und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angeordnet sind und Kräfte abwechselnd in einander entgegengesetzten Richtungen erzeugt werden, oder Kräfte gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen und zusammenwirkend in der Zahnbreitenrichtung erzeugt werden, wenn eine Spannung zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes und auch zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angelegt wird.
51. Kopfgleiter nach Anspruch 50, bei welchem der bewegliche Abschnitt elektrisch geerdet ist.
52. Kopfgleiter nach Anspruch 50, bei welchem eine Spannung wahlweise zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes und auch zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes entsprechend einer Richtung, in der der bewegliche Abschnitt bewegt werden soll, angelegt wird.
53. Kopfgleiter nach Anspruch 50, bei welchem Offsetspannungen von  $1/2$  einer Maximalspannung zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes bzw. zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angelegt werden, und bei welchem Spannungen, deren Phasen einander entgegengesetzt sind, jeweils zwischen diesen addiert werden.
54. Kopfgleiter nach Anspruch 47, bei welchem der



stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder aus dem gleichen Metall hergestellt sind.

55. Kopfgleiter nach Anspruch 54, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder durch Auffüllen des gleichen Metalls in ein negatives Formmuster gebildet werden.

56. Kopfgleiter nach Anspruch 55, bei welchem das negative Muster aus lichtempfindlichem Harz hergestellt ist, und bei welchem eine Metallplattierung in das aus negativem Harz gefertigte negative Muster so ausgeführt wird, daß der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder gebildet werden.

57. Kopfgleiter nach Anspruch 55, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Kopfaufhängung durch Ätzen eines gleichmäßig ausgebildeten Metallfilms gebildet sind.

58. Kopfgleiter nach Anspruch 47, bei welchem der bewegliche Abschnitt umfaßt:

20 eine Vielzahl von zueinander parallelen ersten Zähnen und eine Vielzahl von zu den ersten Zähnen parallelen zweiten Zähnen, wobei die ersten und die zweiten Zähne gegeneinander isoliert sind; wobei der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von 25 Zähnen umfaßt, bei welchem die an dem stationären Abschnitt vorgesehenen Zähne parallel zwischen den ersten und den zweiten Zähnen des beweglichen Abschnittes angeordnet sind, und wobei Kräfte alternativ in einander entgegengesetzten 30 Richtungen erzeugt oder Kräfte gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen und zusammenwirkend in der Zahnbreitenrichtung erzeugt werden, wenn eine Spannung zwischen dem stationären Abschnitt und den ersten Zähnen des beweglichen 35 Abschnittes angelegt und auch wenn eine Spannung zwischen dem stationären Abschnitt und den zweiten Zähnen des beweglichen Abschnittes angelegt wird.

59. Gleiter nach Anspruch 46, bei welchem ein Leitungsdraht für den Dünnfilm-Magnetkopf entlang der Haltefeder vorgesehen ist.

60. Kopfgleiter nach Anspruch 46, bei welchem ein Leitungsdraht des Dünnfilm-Magnetkopfes von der Haltefeder nach außen gezogen ist.

61. Kopfgleiter nach Anspruch 46, bei welchem ein Stopper zum Begrenzen der Bewegung des beweglichen Abschnittes vorgesehen ist, und das elektrische Potential des Stoppers das gleiche wie das des beweglichen Abschnittes ist, so daß ein elektrischer Kurzschluß zwischen dem beweglichen und dem stationären Abschnitt verhindert werden kann.

62. Kopfgleiter nach Anspruch 46, bei welchem wenigstens ein dem Aufnahmemedium gegenüberliegender Magnetpol des Dünnfilm-Magnetkopfelementes von einer dem Aufnahmemedium gegenüberliegenden Oberfläche des Gleiterfilms vorsteht oder alternativ dazu unter einer Bedingung vorsteht, daß der Magnetpol mit einer Schutzschicht überdeckt ist, und wobei andererseits der Antriebskrafterzeugungsabschnitt nicht von der dem Aufnahmemedium gegenüberliegenden Oberfläche vorsteht.

63. Kopfgleiter nach Anspruch 44, bei welchem ein Antriebsmechanismus zum Antreiben des beweglichen Abschnittes gegenüber dem stationären Abschnitt aus einem piezoelektrischen Element gebildet ist.

64. Kopfgleiter nach Anspruch 63, bei welchem das piezoelektrische Element in einer solchen Weise aufgebaut ist, daß ein piezoelektrischer Film zwischen oberen und unteren Elektrodenschichten angeordnet ist, die an beiden Seiten in einer Schweberichtung bezüglich des Aufnahmemediums vorgesehen sind.

65. Kopfgleiter nach Anspruch 64, bei welchem ein piezoelektrischer Film und ein Isolierfilm zwischen den oberen und den unteren Elektrodenschichten angeordnet sind.

66. Kopfgleiter nach Anspruch 64, bei welchem entweder die obere oder die untere Elektrodenschicht in zwei Teile geteilt ist, und Spannungen, deren Phasen einander entgegengesetzt sind, an diese geteilten Elektroden angelegt werden.

67. Kopfgleiter nach Anspruch 63, bei welchem das piezoelektrische Element aus ZnO oder PZT hergestellt ist.

68. Kopfgleiter nach Anspruch 64, bei welchem der zwischen den oberen und den unteren Elektrodenschichten angeordnete piezoelektrische Film nicht symmetrisch bezüglich einer Aufwärts- und Abwärtsrichtung ist.

69. Kopfgleiter nach Anspruch 64, bei welchem ein kissenförmiger Träger an der Rückseite des piezoelektrischen Elementes angeordnet ist.

70. Kopfgleiter nach Anspruch 69, bei welchem der kissenförmige Träger aus Metall, wie etwa Cu oder Ni, hergestellt ist.

71. Kopfgleiter nach Anspruch 63, bei welchem das gesamte piezoelektrische Element mit einem Isoliermaterial abgedeckt ist.

72. Dünnfilm-Magnetkopfgleiter, welcher dazu ausgelegt ist, einem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden, umfassend: einen auf einer Oberfläche eines Substrates oder auf einer Oberfläche einer auf einem Substrat angeordneten Opferschicht angeordneten Gleiterkörper, wobei das Substrat oder die Opferschicht und das Substrat von dem Gleiterkörper getrennt sind;

wobei der Gleiterkörper einen stationären Abschnitt und einen von diesem stationären Abschnitt über wenigstens eine Haltefeder in einer solchen Weise gehaltenen beweglichen Abschnitt aufweist, daß der bewegliche Abschnitt sowohl in einer Spurrichtung annähernd senkrecht zu einer Bewegungsrichtung des Aufnahmemediums sowie in einer Lade- und Entladerichtung bewegt werden kann, bei welcher der bewegliche Abschnitt des Gleiterkörpers sich einem Aufnahmemedium nähert bzw. sich von diesem entfernt, und wenigstens einen an dem beweglichen Abschnitt eines Spurrechanismus vorgesehenen magnetischen Gegenpol eines Dünnfilm-Magnetkopfelementes, welcher dazu ausgelegt ist, dem Aufnahmemedium gegenüberliegend angeordnet zu werden.

73. Kopfgleiter nach Anspruch 72, bei welchem der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von zueinander parallelen Zähnen hat, bei welchem der bewegliche Abschnitt eine Vielzahl von zu den Zähnen des stationären Abschnittes parallelen Zähnen hat, bei welchem die Haltefeder den beweglichen Abschnitt so hält, daß der bewegliche Abschnitt gegenüber dem stationären Abschnitt bewegt werden kann, bei welchem die Haltefeder auch den beweglichen Abschnitt so hält, daß der bewegliche Ab-

schnitt in einer zweiten Richtung annähernd senkrecht zu einer Aufnahmemediumfläche bewegt werden kann, wobei ein Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Bewegen des beweglichen Abschnittes in eine Position vorgesehen ist, bei der eine elektrostatische Entziehungskraft in Richtung der Zahnbreite, die erzeugt wird, wenn eine Spannung zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes und denen des beweglichen Abschnittes angelegt wird, durch die elastische Kraft der Haltefeder ausgeglichen wird, und bei welchem im stationären Abschnitt wenigstens an einer Seite des beweglichen Abschnittes in der zweiten Richtung eine Elektrode vorgesehen ist, und bei welchem dann, wenn eine Spannung zwischen der Elektrode und dem beweglichen Abschnitt angelegt wird, der bewegliche Abschnitt in der zweiten Richtung um eine äußerst kleine Distanz durch die Verwendung einer elektrostatischen Anziehungskraft bewegt wird.

74. Kopfgleiter nach Anspruch 72, bei welchem das an dem beweglichen Abschnitt vorgesehene Kopfelement so vorsteht, daß es einer Oberfläche des Aufnahmemediums gegenüberliegt und wobei ein Stellantrieb einen von dem Kopfelement abweichenden Teil des beweglichen Abschnittes umfaßt, und bei welchem der stationäre Abschnitt und die Haltefeder durch ein Abdeckelement des Gleiterkörpers so abgedeckt ist, daß der Stellantrieb daran gehindert wird, zur Oberfläche des Aufnahmemediums hin überzustehen.

75. Elektrostatischer Stellantrieb, umfassend: einen stationären Abschnitt mit einer Vielzahl von zueinander parallelen Zähnen; einen beweglichen Abschnitt mit einer Vielzahl von zu den Zähnen des stationären Abschnittes parallelen Zähnen; eine Haltefeder zum Halten des beweglichen Abschnittes derart, daß der bewegliche Abschnitt gegenüber dem stationären Abschnitt in Zahnbreitenrichtung verstellt werden kann; und einen Antriebskrafterzeugungsabschnitt zum Bewegen des beweglichen Abschnittes in eine Position, bei der eine elektrostatische Anziehungskraft in der Zahnbreitenrichtung, die erzeugt wird, wenn eine Spannung zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes und denen des beweglichen Abschnittes angelegt wird, durch eine elastische Kraft der Haltefeder ausgeglichen wird.

76. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem die Vielzahl von Zähnen des stationären Abschnittes und die des beweglichen Abschnittes jeweils in gleichmäßigen Abständen angeordnet sind, und bei welchem die Zähne des beweglichen Abschnittes von den jeweiligen Mitten zwischen den Zähnen des stationären Abschnittes unter einer Bedingung, daß eine Spannung nicht angelegt ist, abweichen.

77. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 76, bei welchem das Verhältnis der Abstände von den Zähnen des beweglichen Abschnittes zu den benachbarten beiden Zähnen des stationären Abschnittes jeweils annähernd 1,2 bis 10 ist.

78. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von ersten, zueinander parallelen Zähnen und eine Vielzahl von zweiten, zu den ersten Zähnen parallelen Zähnen umfaßt, wobei die ersten und die

zweiten Zähne gegeneinander isoliert sind; und bei welchem die Vielzahl von am beweglichen Abschnitt vorgesehenen Zähnen parallel zwischen den ersten und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angeordnet sind und Kräfte abwechselnd in zueinander entgegengesetzten Richtungen erzeugt oder Kräfte gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen und zusammenwirkend in der Zahnbreitenrichtung erzeugt werden, wenn eine Spannung zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes sowie auch zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angelegt wird.

79. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 78, bei welchem der bewegliche Abschnitt elektrisch geerdet ist.

80. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 78, bei welchem eine Spannung wahlweise zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes sowie auch zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes entsprechend einer Richtung, in welcher der bewegliche Abschnitt bewegt werden soll, angelegt wird.

81. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 78, bei welchem eine Offsetspannung von 1/2 einer Maximalspannung zwischen dem beweglichen Abschnitt und den ersten Zähnen des stationären Abschnittes bzw. zwischen dem beweglichen Abschnitt und den zweiten Zähnen des stationären Abschnittes angelegt wird, und bei welchem Spannungen, deren Phasen der Offsetspannung entgegengesetzt sind, auch jeweils zwischen diesen angelegt werden.

82. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder aus dem gleichen Metall hergestellt sind.

83. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 82, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder durch Füllen des gleichen Metalls in ein negatives Formmuster gebildet sind.

84. Elektrostatische Stellantrieb nach Anspruch 83, bei welchem das negative Muster aus lichtempfindlichem Harz hergestellt ist, und wobei eine Metallplattierung in das aus lichtempfindlichem Harz hergestellte negative Muster hinein ausgeführt wird, so daß der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder gebildet werden.

85. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 82, bei welchem der stationäre Abschnitt, der bewegliche Abschnitt und die Haltefeder durch Ätzen eines gleichmäßig ausgebildeten metallischen Films gebildet werden.

86. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem der bewegliche Abschnitt eine Vielzahl von ersten, zueinander parallelen Zähnen und eine Vielzahl von zweiten, zu den ersten Zähnen parallelen Zähnen aufweist, wobei die ersten und die zweiten Zähne gegeneinander isoliert sind; und bei welchem der stationäre Abschnitt eine Vielzahl von Zähnen umfaßt, wobei die am stationären Abschnitt vorgesehenen Zähne parallel zwischen den ersten und den zweiten Zähnen des beweglichen Abschnittes angeordnet sind und Kräfte abwechselnd in einander entgegengesetzten Rich-

tungen erzeugt oder Kräfte gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen und zusammenwirkend in der Zahnbreitenrichtung erzeugt werden, wenn eine Spannung zwischen dem stationären Abschnitt und den ersten Zähnen des beweglichen Abschnittes und auch eine Spannung zwischen dem stationären Abschnitt und den zweiten Zähnen des beweglichen Abschnittes angelegt wird.

87. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem ein Leitungsdraht für den Dünnfilm-Magnetkopf entlang der Haltefeder vorgesehen ist.

88. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem ein Leitungsdraht des Dünnfilm-Magnetkopfes sich von der Haltefeder aus erstreckt.

89. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem ein Stopper zum Begrenzen der Bewegung des beweglichen Abschnittes vorgesehen ist und das elektrische Potential des Stoppers das gleiche wie das des beweglichen Abschnittes ist, so daß ein elektrischer Kurzschluß zwischen dem beweglichen und dem stationären Abschnitt verhindert werden kann.

90. Elektrostatischer Stellantrieb nach Anspruch 75, bei welchem die Haltefeder auch den beweglichen Abschnitt hält, so daß der bewegliche Abschnitt auch in einer zweiten Richtung annähernd senkrecht zur ersten Zahnbreitenrichtung gegenüber dem stationären Abschnitt bewegt werden kann, und bei welchem eine Elektrode im stationären Abschnitt wenigstens an einer Seite des beweglichen Abschnittes in der zweiten Richtung angeordnet ist und der bewegliche Abschnitt in der zweiten Richtung um eine äußerst kleine Distanz unter Einsatz einer elektrostatischen Anziehungskraft verstellt wird.

Hierzu 27 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.1(a)

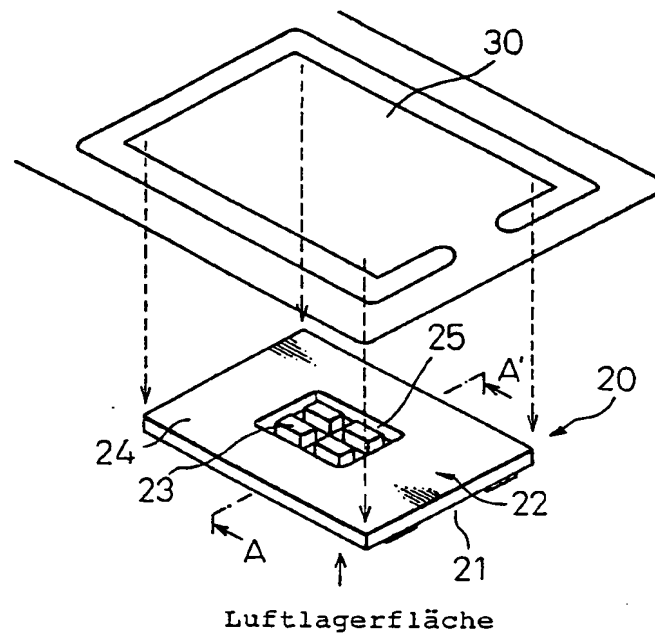


Fig.1(b)

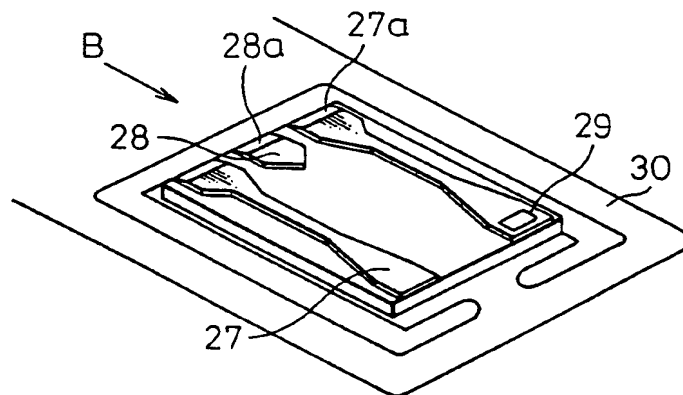


Fig.1(c)

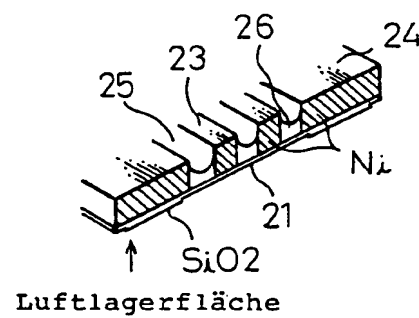


Fig.2

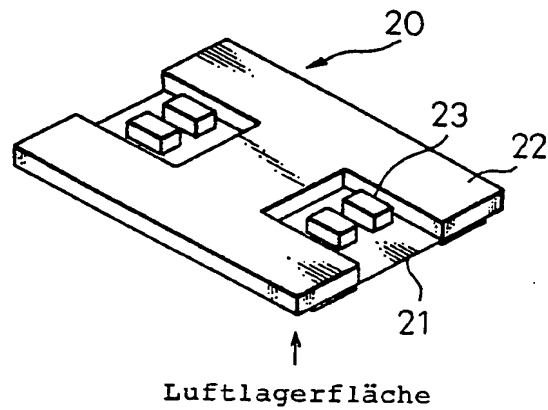


Fig.3

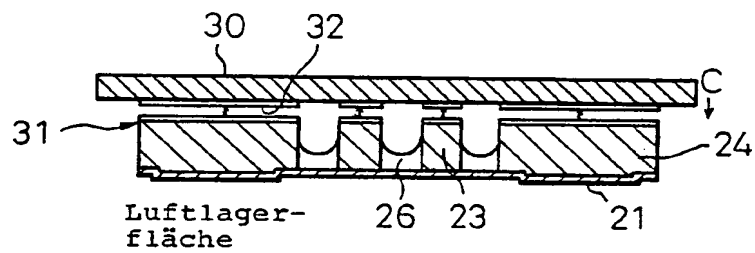
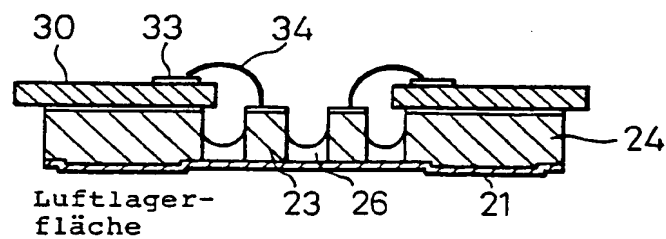


Fig.4



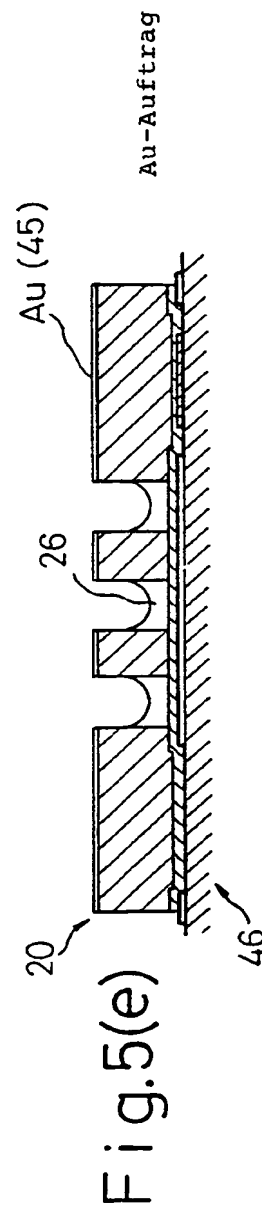
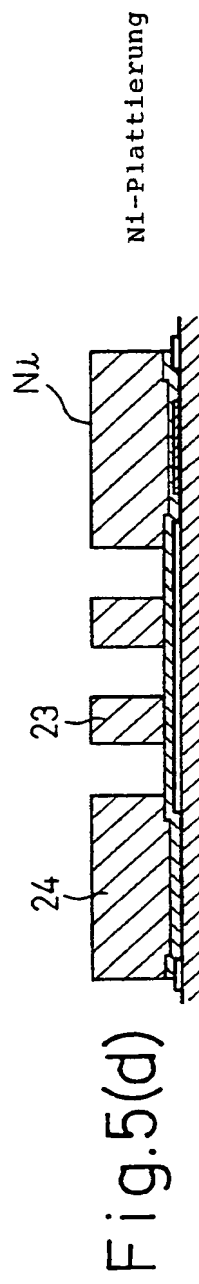
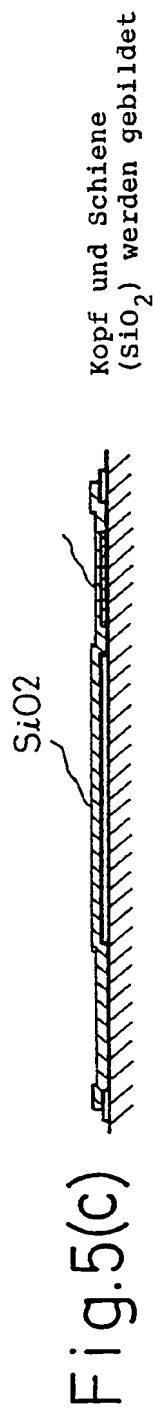
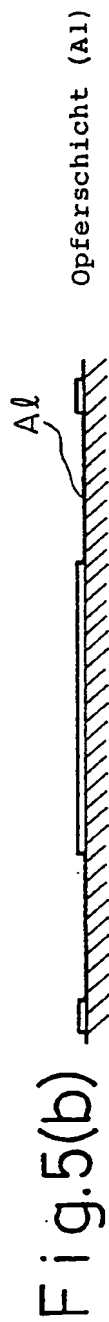
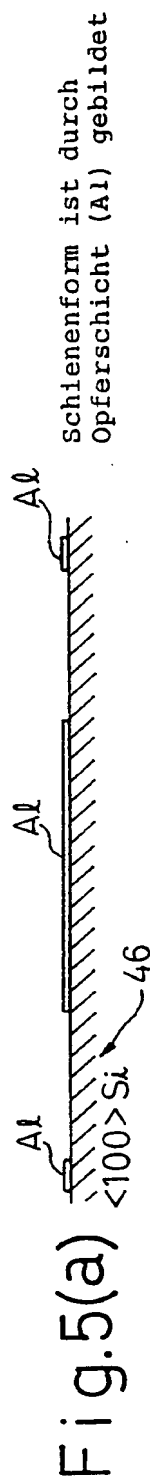


Fig.6(a)

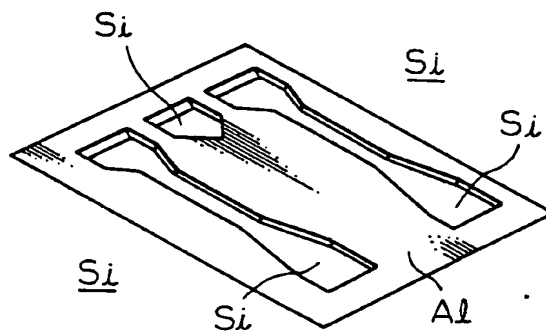


Fig.6(b)

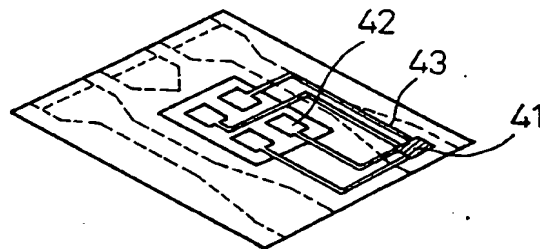




Fig.7(a)

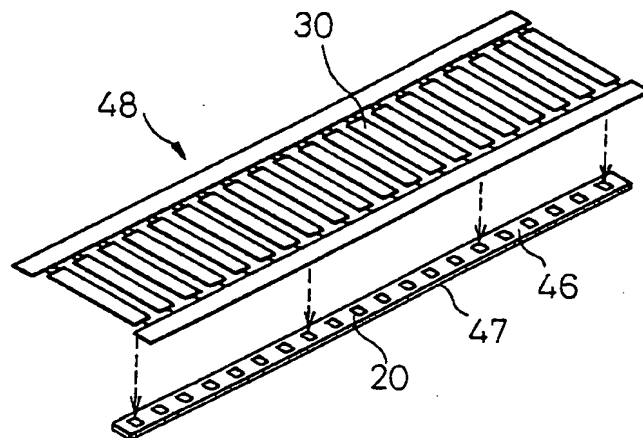


Fig.7(b)

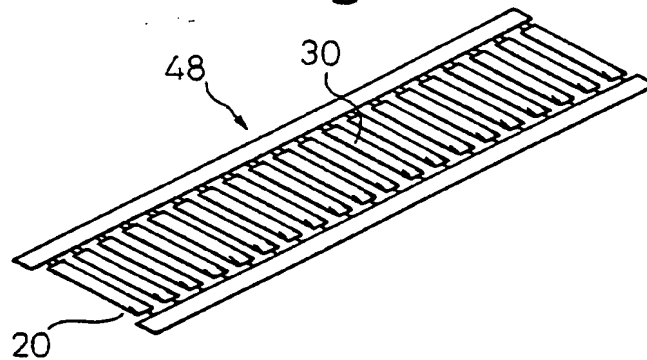
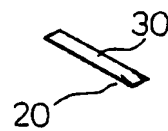


Fig.7(c)



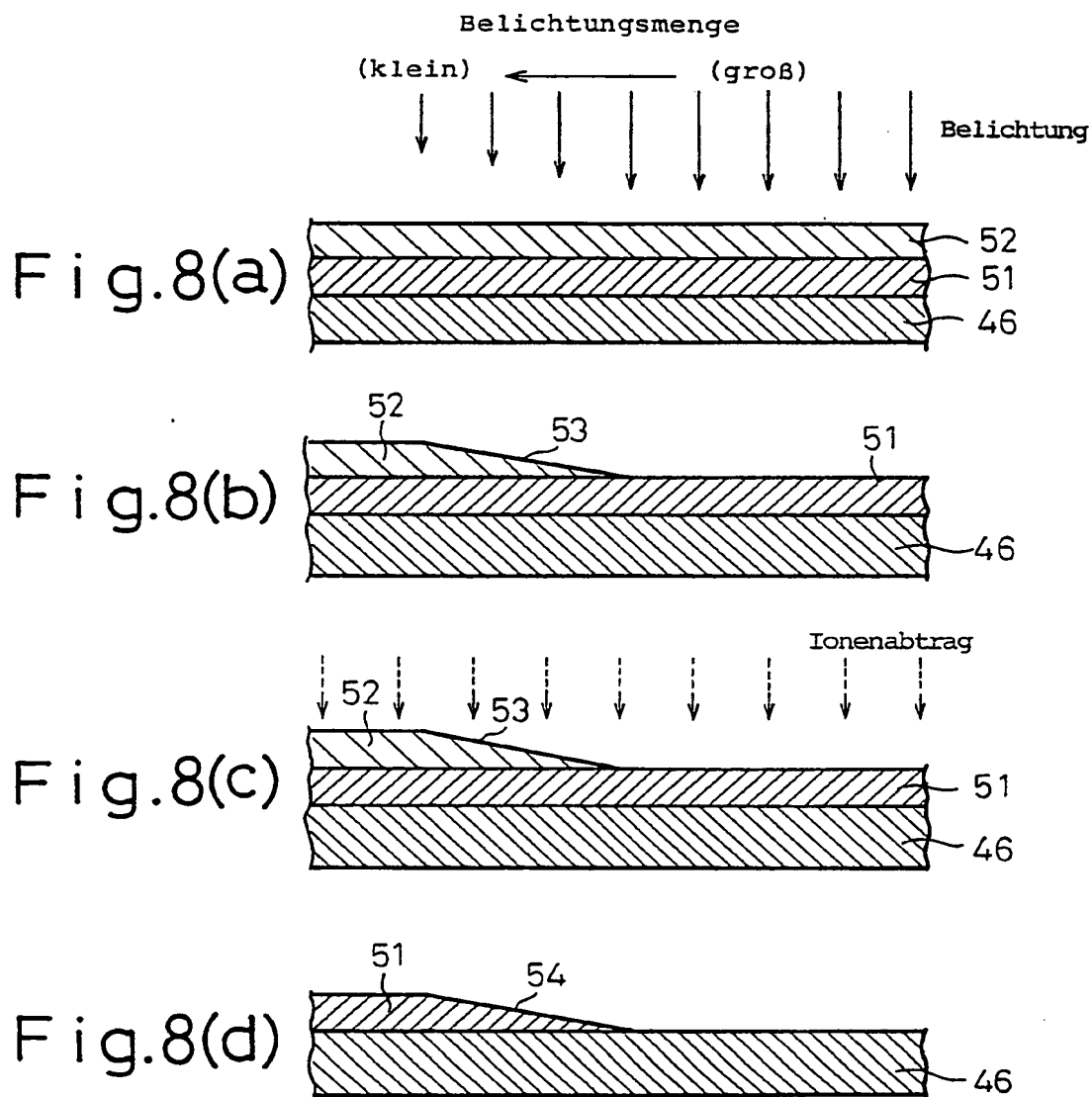


Fig.9(a)

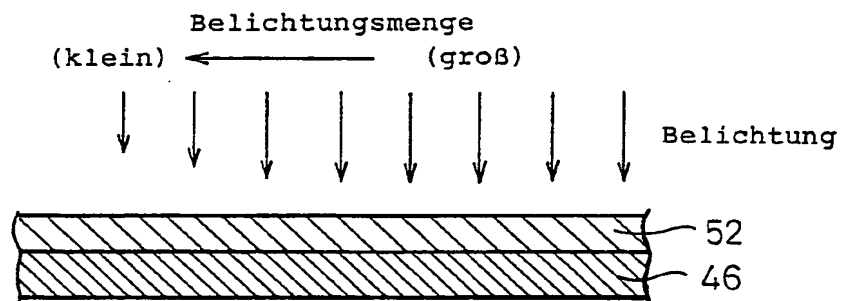
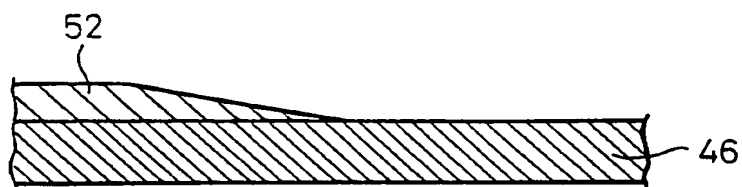


Fig.9(b)



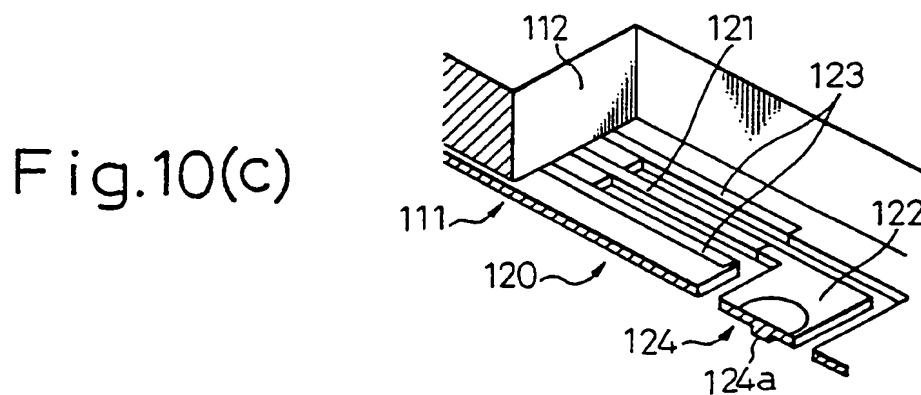
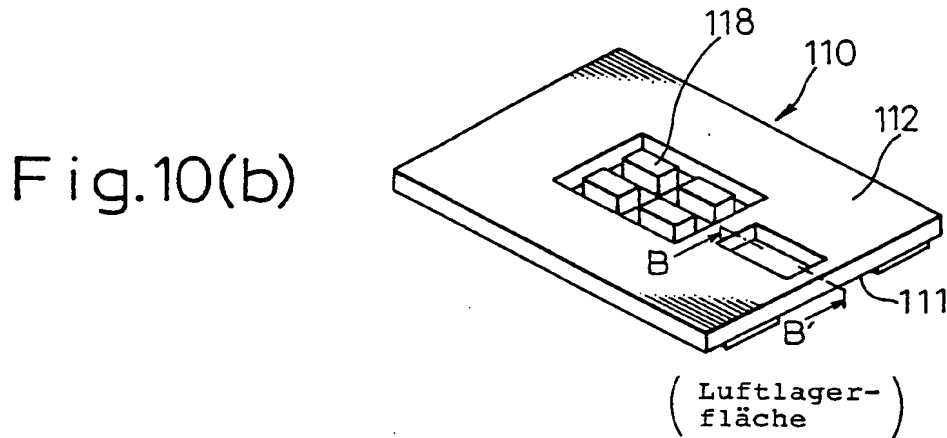
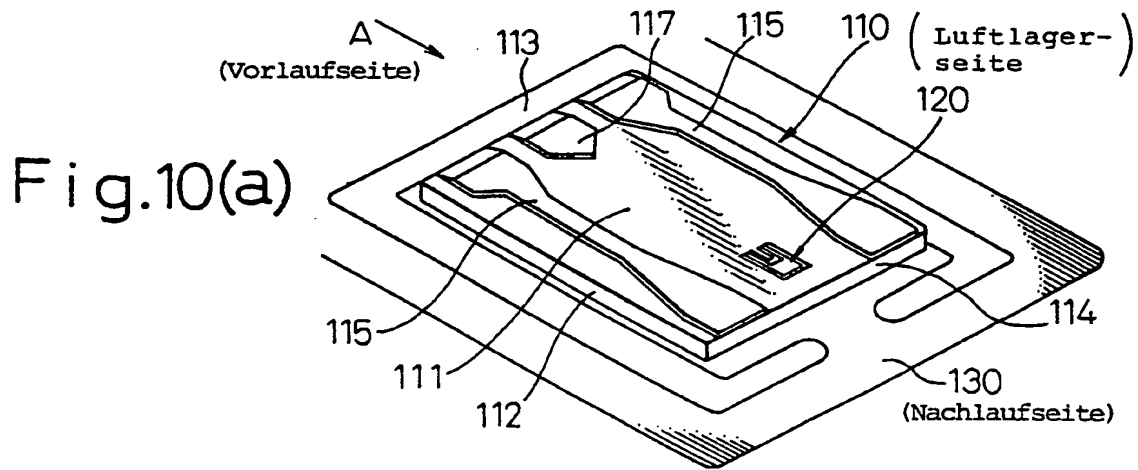


Fig.11(a)

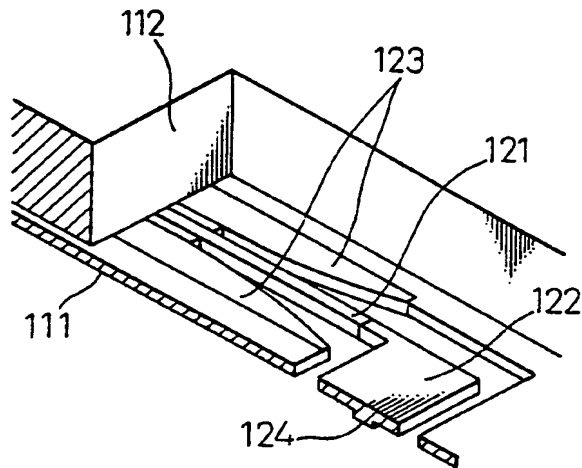


Fig.11(b)

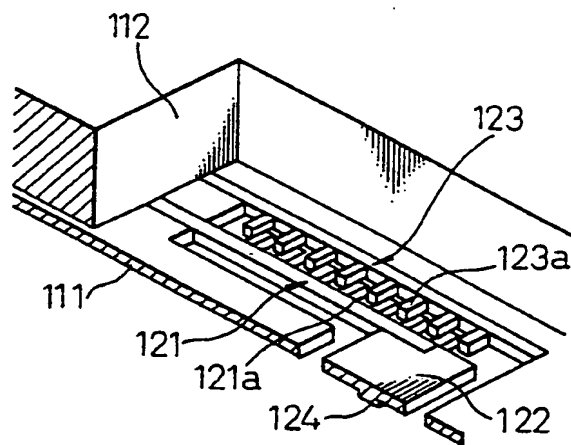


Fig.12(a)

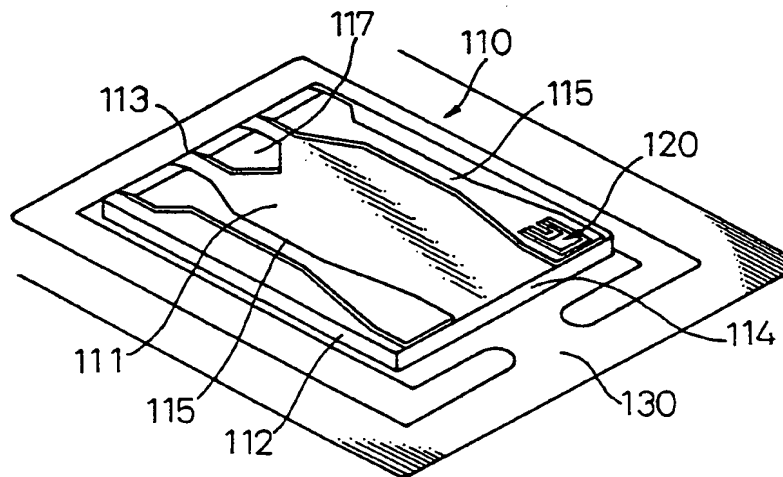


Fig.12(b)

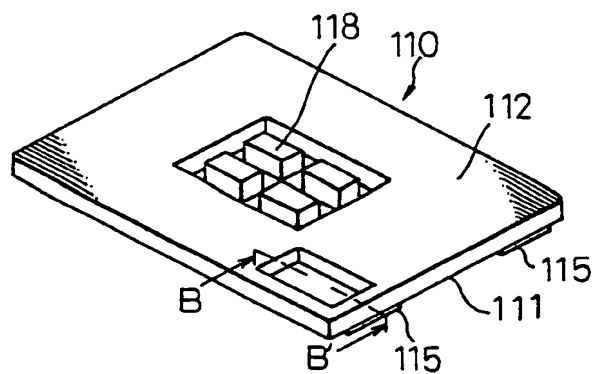


Fig.13(a)

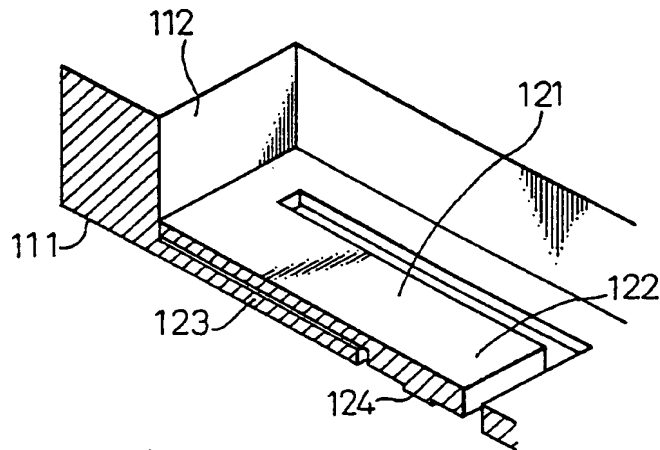


Fig.13(b)

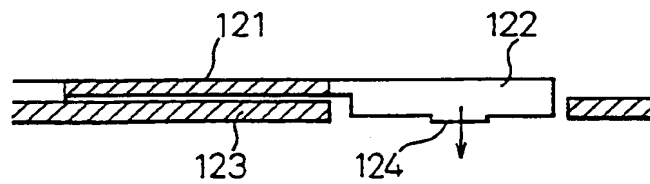


Fig.14(a) (Stand der Technik)

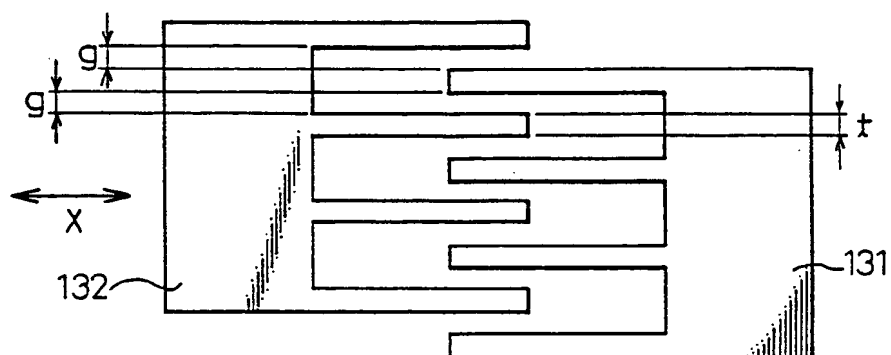


Fig.14(b)

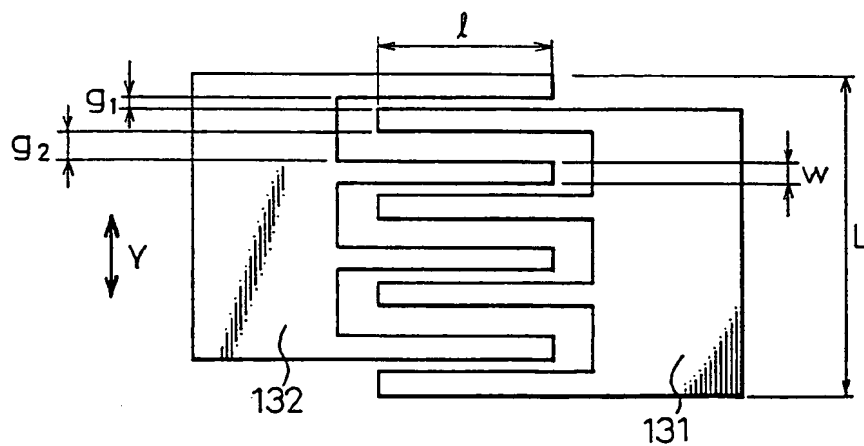




Fig.15

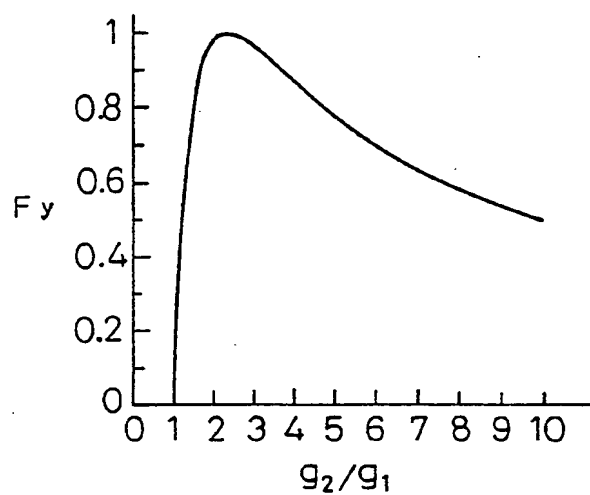


Fig.16

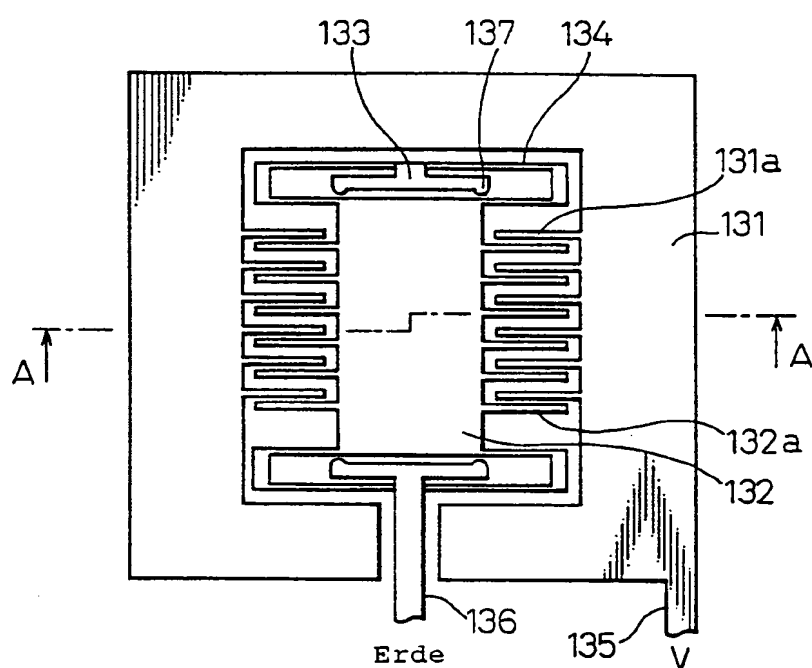


Fig.17(a)

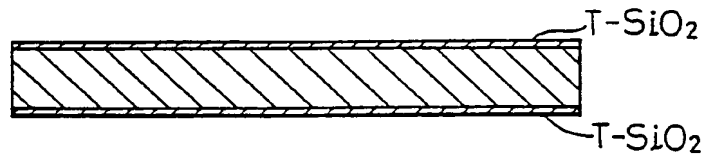


Fig.17(b)



Fig.17(c)

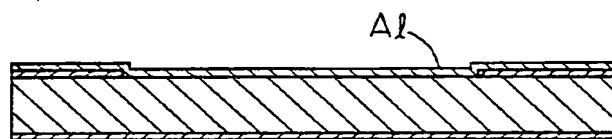


Fig.17(d)

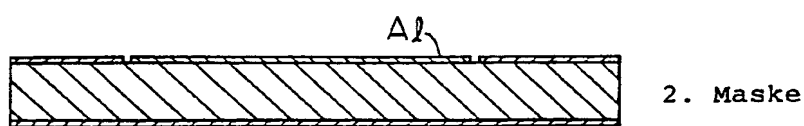


Fig.17(e)



Fig.18(a)

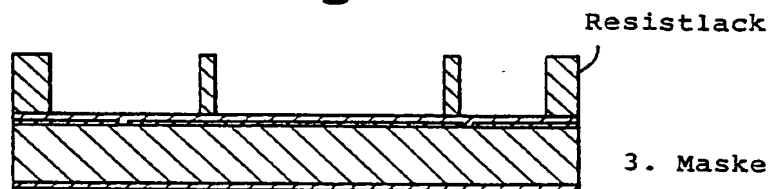


Fig.18(b)

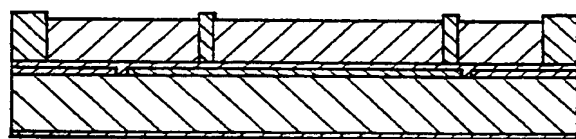


Fig.18(c)

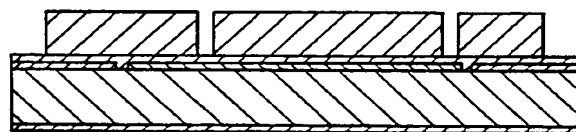


Fig.18(d)

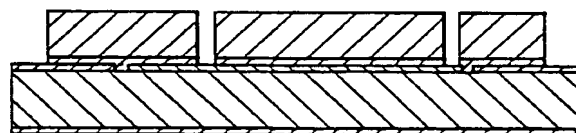


Fig.18(e)

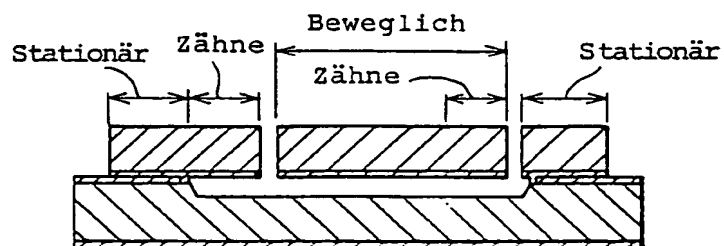


Fig.19

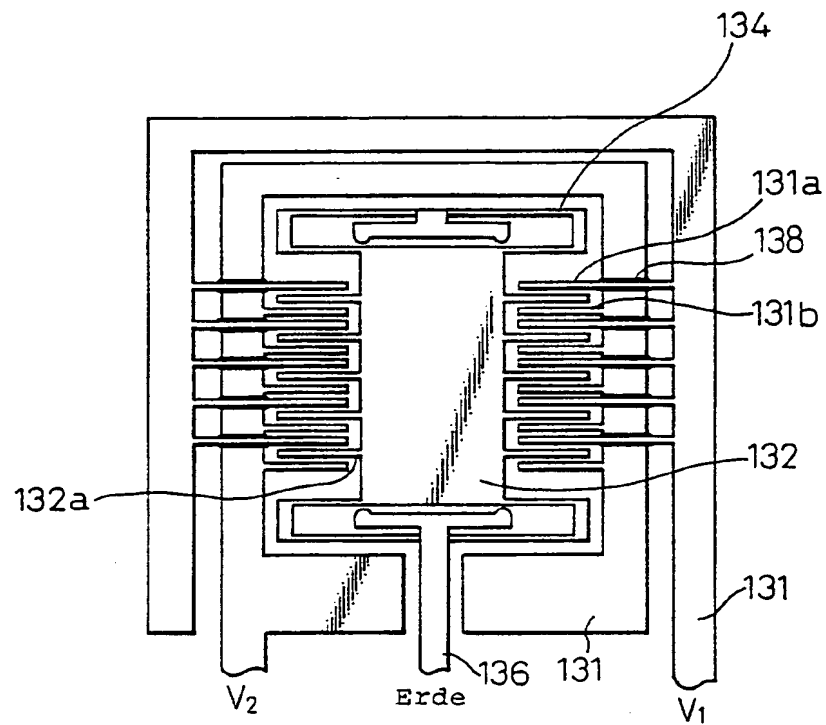


Fig. 20(a)

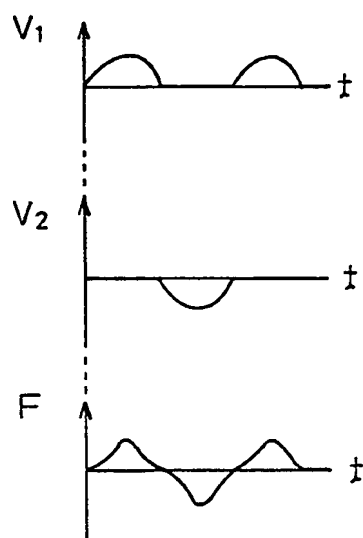


Fig. 20(b)

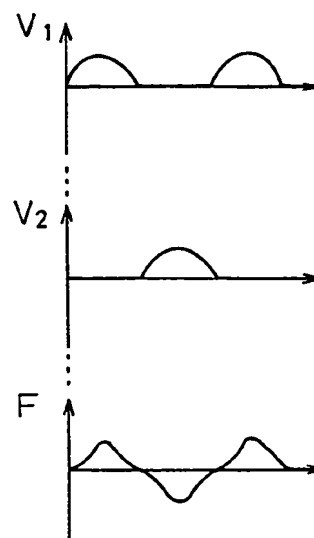


Fig. 20(c)

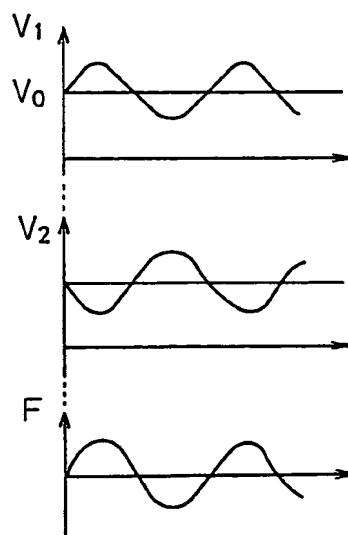


Fig. 21

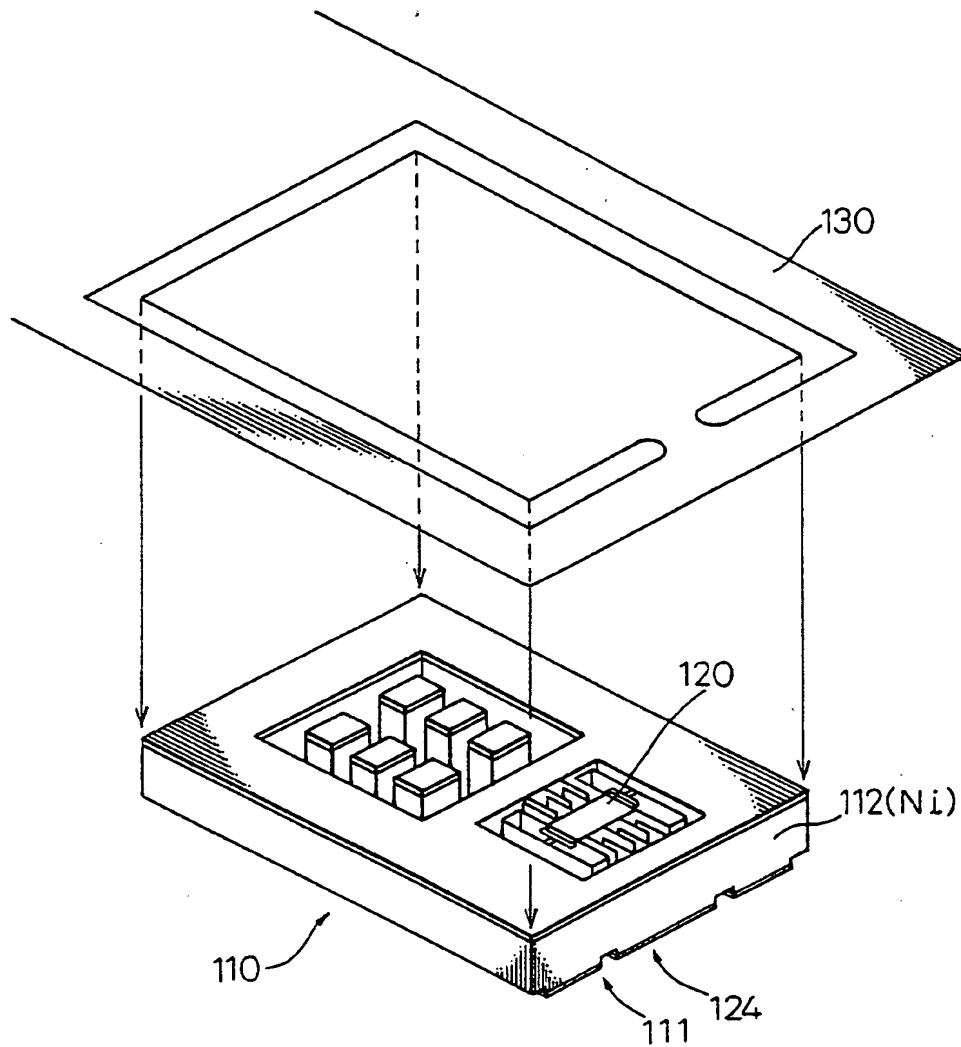


Fig.22

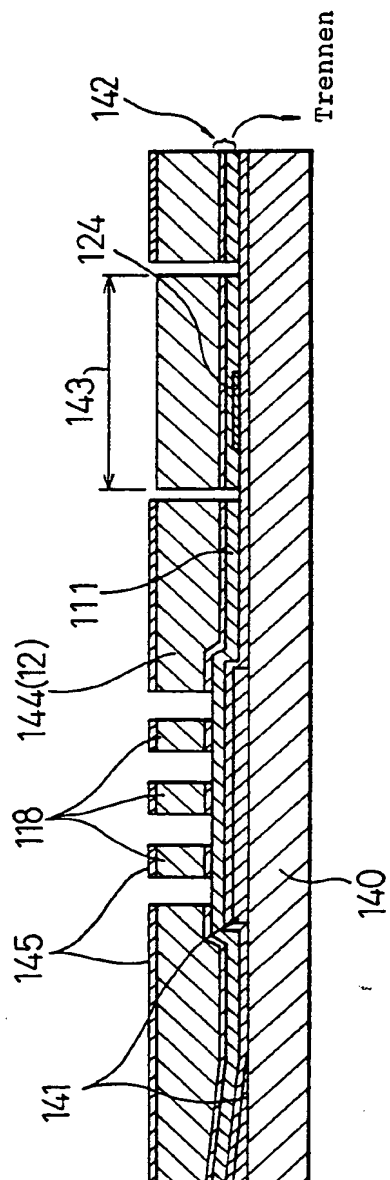




Fig. 23

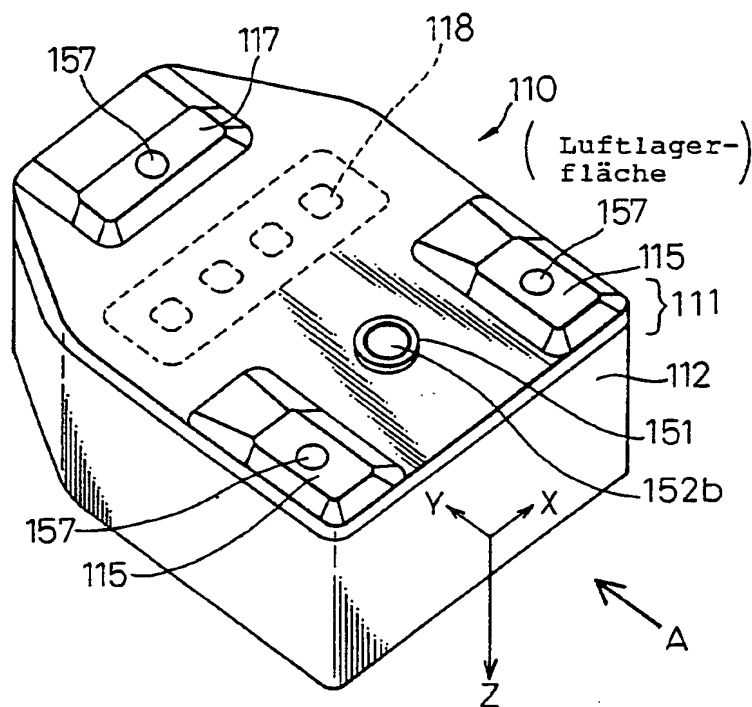


Fig. 24

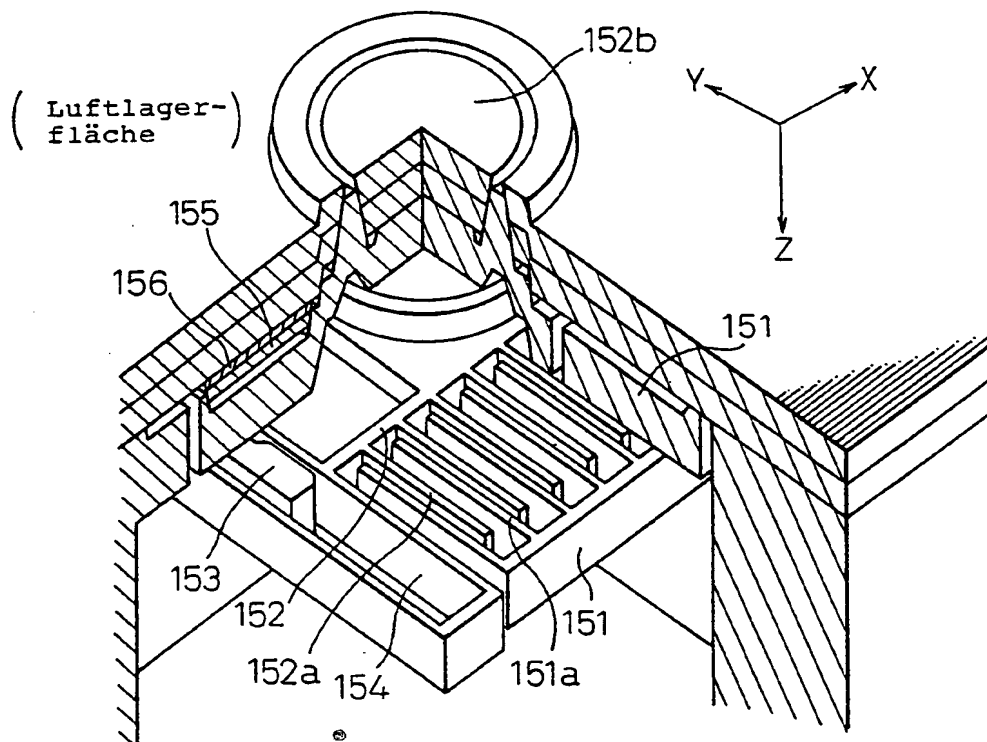


Fig. 25

(Luftlagerfläche)

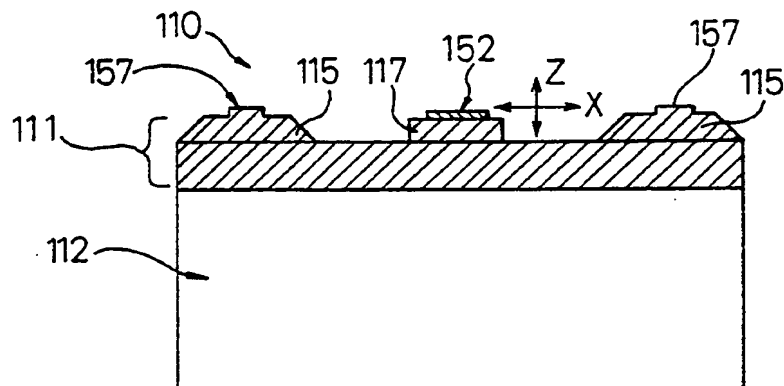


Fig. 26

(Luftlagerfläche)

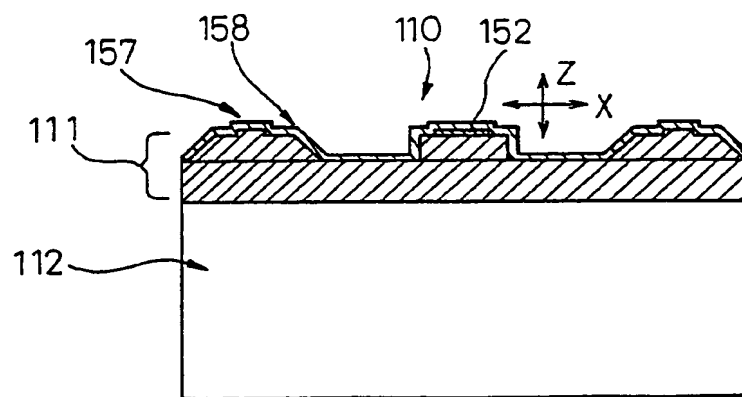




Fig.28

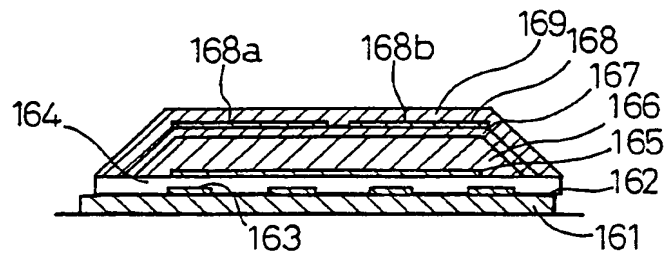


Fig.29

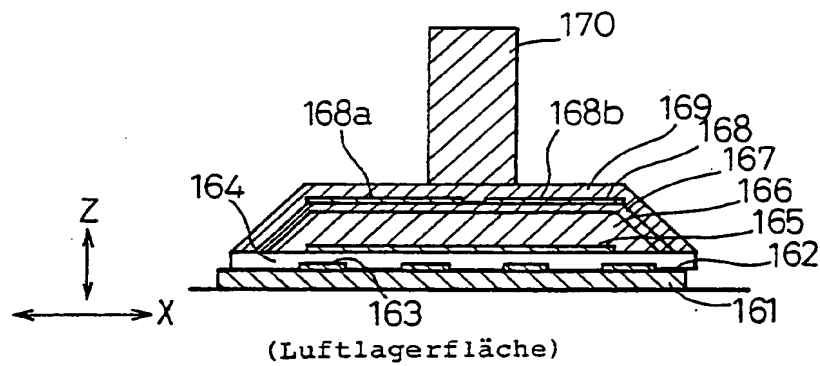


Fig.30(a)

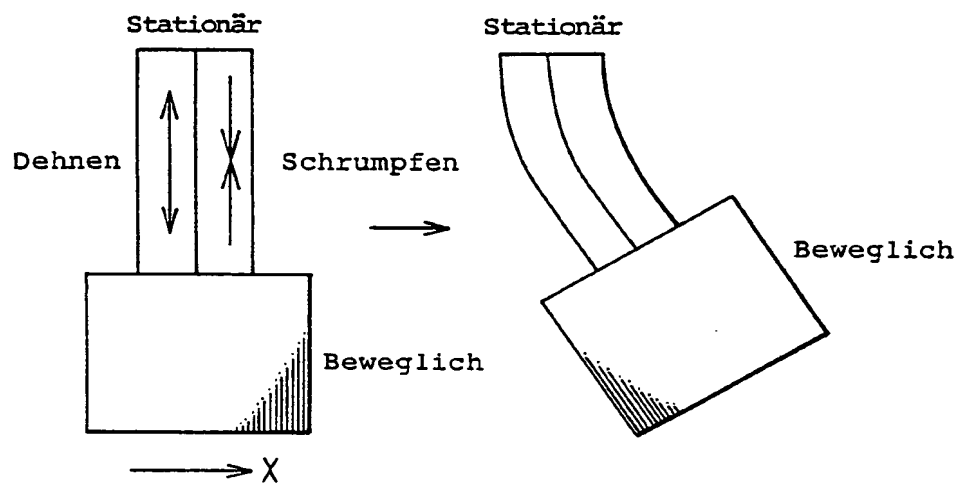


Fig.30(b)

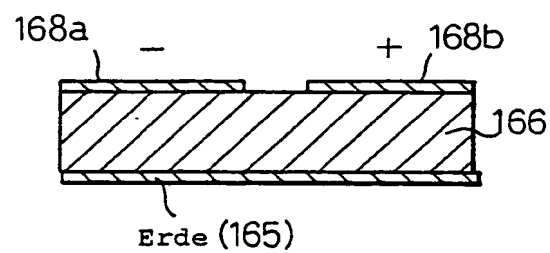


Fig. 31(a)

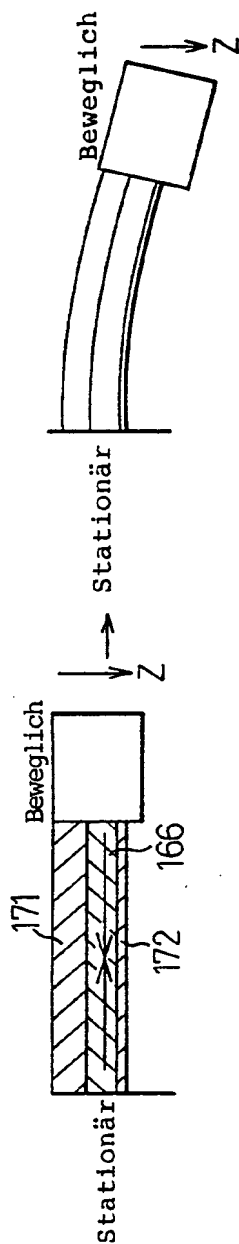
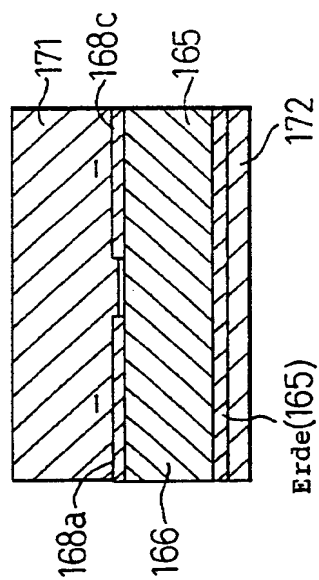


Fig. 31(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**